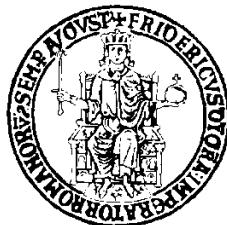


Università degli Studi di Napoli Federico II



SCUOLA DI DOTTORATO

in

TECNOLOGIE E SISTEMI DI PRODUZIONE

Ciclo XXVII – triennio accademico 2012/2015

Dipartimento di Ingegneria Chimica dei Materiali e della Produzione Industriale

Tesi Di Dottorato

Collective Intelligence Management in Complex Decision-Making Process:

A Paraconsistent Logic Approach

COORDINATORE

Ch.mo Prof. Ing. Luigi Carrino

RELATORI

Ch.mo Prof. Ing. Liberatina Carmela Santillo

Ch.mo Prof. Ing. Massimo De Falco

Ch.mo Prof. Ing. João Inácio Da Silva Filho

TUTOR

Ing Mosè Gallo

Ing. Pier Alberto Viecegli

CANDIDATO

Dott. Ing. Enzo Piermichele Troncone

ANNO ACCADEMICO 2015 – 2016

*Dedicato a mia Madre e alla
mia amata Famiglia...*

*A tutti coloro che inseguendo i proprio sogni, prendono decisioni guidati dalla
Verità dei Fatti, contribuendo allo sviluppo del genere umano,
cercando la Luce nell'incessante ricerca della Verità,
attraverso le Scienze e le Tecnologie...*

SOMMARIO

SOMMARIO	4
INTRODUZIONE AL PROGETTO DI RICERCA.....	6
STRUTTURA DELLA TESI	9
METODO DI RICERCA E SVILUPPO.....	10
1. INTELLIGENZA COLLETTIVA NEI PROCESSI DECISIONALI.....	12
1.1 Cos'è l' Intelligenza Collettiva: Elementi caratteristici nei processi decisionali	12
1.2 Lo studio della Teoria delle decisioni: Teorie, Modelli e Classificazione dei Processi Decisionali ..	19
1.3 La Gestione delle Decisioni Collettive	29
1.4 I principali rischi di un Processo Decisionale Collettivo.....	32
1.5 I sistemi Informatizzati di Supporto ai processi Decisionali: Sviluppo, Architetture Principali e Limiti	49
2. LOGICA PARACONSISTENTE	63
2.1 Logiche Classiche e Logiche Non Classiche.....	67
2.2 Logica Paraconsistente	70
2.3 Teorie Inconsistenti e Teorie Triviali	74
2.4 Principi concettuali della Logica Paraconsistente	75
2.5 Logica Paraconsistente Annotata.....	76
2.6 L'Algoritmo "Para-Analisador"	94
2.7 Applicazioni della Logica Paraconsistente In Informatica ed Intelligenza Artificiale	102
2.8 Conclusioni: Perché utilizzare la Logica Paraconsistente e l'Algoritmo "Para-Analisador" per la Gestione dei processi di Intelligenza Collettiva	110
3 COLLECTIVE INTELLIGENCE MANAGEMENT: METODO BUTTERFLY	111
3.1 Introduzione: Dall'Algoritmo <i>Para-Analisador</i> al <i>Butterfly Method</i>	111
3.2 Flusso Generale del Metodo Butterfly.....	115
3.3 SETTING PHASE: Analisi del Problema E Set-up dell'Algoritmo	117
3.4 EVALUATION PHASE: Assegnazione, Valutazione e Correzione del Grado di Confidenza dell'Expert Evaluator	142
3.4 LAST EVALUATION CYCLE PHASE: Finetuned Strategy ed Interpretazione grafica dei risultati	151
4. APPLICAZIONI ED INFORMATIZZAZIONE DEL METODO BUTTERFLY	160
4.1 Introduzione al Capitolo.....	160

4.2 Applicazione nei problemi di Pianificazione Industriale	160
4.3 Applicazione nella definizione della Strategia di Impresa: Valutazione e Sviluppo di Modelli di Business.....	165
4.4 Applicazione nel Settore Sanitario	168
4.5 La piattaforma della Start-Up Butterfly.....	168
4.6 I Test svolti sulla Piattaforma della start-up Butterfly	169
4.7 Sviluppi in Corso: Integrazione tra Analisi Paraconsistente ed Algoritmi di Ricerca Semantica nella Piattaforma Butterfly per ricerche sul <i>Database dell'European Patent Office (EPO)</i>	201
Conclusioni.....	206
Ringraziamenti	207
Indice delle Figure.....	207
Indice delle Tabelle	209
Bibliografia	210
Bibliografia ragionata delle fonti principali	215
Sitografia.....	217
Allegati	217

INTRODUZIONE AL PROGETTO DI RICERCA

Nella gestione delle attività industriali il processo decisionale è il fondamentale strumento cognitivo per l'identificazione di strategie per la generazione di valore e la gestione dei rischi. La radice latina della parola decidere, *de-caedere*, ci fa comprendere che il processo decisionale implica necessariamente delle scelte (Ros, 2007): Scelte alle volte guidate dalla razionalità, alle volte invece guidate da fenomeni più complessi, implicando aspetti insiti del comportamento e della natura umana. Nei sistemi organizzativi, ad esempio, intervengono aspetti legati al rapporto tra singolo e la collettività: Questo perché, soprattutto nelle attività complesse, quali la gestione di un progetto, l'attività d'impresa, o il settore sanitario, il processo decisionale avviene attraverso un confronto tra diversi decisori, che contribuiranno a tutte o ad alcune sue fasi: in questi casi si parla proprio di decisione collettiva. Il concetto di decisione collettiva implica dei rischi: mentre da un lato l'analisi del problema può arricchirsi della conoscenza e del differente know-how dei diversi soggetti, dall'altro la qualità del processo decisionale potrebbe essere affetta da distorsioni dovute alle relazioni tra i decisori e mancanza della capacità di valutare e monitorare oggettivamente la qualità delle informazioni fornite dai decisori, base delle assunzioni delle scelte conseguenti al processo decisionale. Questo fenomeno è, di fatto, il frutto di una mancanza di gestione della contraddizione e del consenso tra i giudizi forniti dai diversi decisori, compromettendo così la qualità del processo decisionale. La ricerca ci mostra diverse casistiche in cui un processo mal gestito in una decisione collettiva ha generato conseguenze indesiderate ed in alcuni casi catastrofiche (*Janis, 1972*). Tuttavia le decisioni collettive aprono scenari di straordinarie opportunità per le organizzazioni e l'umanità: Internet e la soft computing, hanno creato le condizioni per uno sviluppo esponenziale delle applicazioni dei processi decisionali e cognitivi collettivi, sfruttando il concetto di *Intelligenza Collettiva*¹, come dimostrato da alcuni importanti risultati raggiunti nell'ultimo decennio: In 10 anni siamo riusciti a sviluppare la più grande Enciclopedia che il genere umano abbia potuto concepire nell'arco della propria storia millenaria (Wikipedia) attraverso il contributo della rete, in sole tre

¹Intelligenza Collettiva: “*Gruppi di individui che agiscono collettivamente in modi che sembrano intelligenti*” (Malone, Laubacher, e Dellarocas 2009)

settimane degli scienziati dilettanti, lavorando in gruppo, scoprono la struttura di un enzima che per anni aveva eluso la scienza utilizzando Foldit, un portale in cui la ricerca sulla struttura delle proteine viene portata avanti attraverso un videogame collettivo; oltre 200.000 mila solver ogni giorno collaborano alla soluzione di importanti problemi tecnici per aziende ed organizzazioni internazionali attraverso la piattaforma online Innocentive [MIT, *Handobook of Collective Decision*, 2015].

Questa straordinaria opportunità introduce le domande alla base di questo progetto di ricerca:

Com'è possibile migliorare i processi decisionali collettivi legati alla pianificazione ed analisi dei rischi, cogliendo le opportunità aperte dai nuovi strumenti della logica e della soft computing per la gestione dell'Intelligenza collettiva?

Questa ricerca risponde a questa domanda affacciandosi all'utilizzo di *Logiche Non-Classiche*, e in particolare, della *Logica Paraconsistente*.

La ricerca, con un occhio attento alle applicazioni industriali, si è posta anche una seconda domanda conseguente alla prima, frutto di un'interessante osservazione emersa durante la ricerca bibliografica e cioè:

Proprio l'analisi dei risultati ottenuti su Wikipedia, dimostra che con il crescere della portata e maturità delle attività di Intelligenza Collettiva, si potrebbe avere un aumento dei costi di coordinamento (Kittur, Suh, Pendleton, & Chi, 2007).

L'aumento della maturità delle attività cui si riferiscono gli autori, è soprattutto legato all'aumento di policy stringenti per garantire la qualità delle informazioni e dei processi decisionali. Dunque:

Nella gestione di Progetti e Processi Complessi, con il coinvolgimento di un elevato numero di decisori ma policy stringenti, come gestire il trade-off tra qualità delle informazioni e costi del processo decisionale?

Questa domanda trova risposta nella soluzione applicativa proposta: Lo sviluppo di un metodo di gestione del processo decisionale, sul modello cognitivo², attraverso la customizzazione di un semplice algoritmo paraconsistente, “Para-Analisador LPA2v” , la cui efficacia ed efficienza è stata dimostrata in diverse applicazioni industriali ed informatiche. L’algoritmo è stato customizzato per la gestione dell’Intelligenza Collettiva e posto al centro di un metodo per la completa gestione del consenso all’interno del processo decisionale, attivando un processo ciclico di miglioramento delle strategie proposte e valutate dalla collettività, permettendo la misurazione della qualità delle informazioni, la tracciabilità e la gestione dei rischi derivanti dalla contraddizione e dalla mancanza di informazioni.

Il progetto di ricerca ha notevolmente customizzato l’LPA2v focalizzandolo agli obiettivi della ricerca, al punto da inserire all’interno del processo un sistema di indicatori per la misura della performance dei decisori con feedback retroattivo sul grado di confidenza fornito dai decisori: questo al fine di garantire la qualità del processo, spostando la responsabilizzazione dei decision-maker da responsabilità verso le regole a responsabilità verso i risultati. Il metodo è stato informatizzato grazie alla creazione di una start-up, spin-off della ricerca, che sta esplorando le potenzialità applicative della metodologia, integrandola con strumenti dell’Intelligenza Artificiale. Le applicazioni di questo studio sono state indirizzate soprattutto ai problemi di pianificazione industriale, mostrando nella tesi i necessari settaggi dell’algoritmo per questo tipo di problemi; tuttavia il metodo è applicabile anche a settori differenti, come quello sanitario e finanziario: A tal proposito sono stati svolti dei semplici test dimostrativi illustrati nell’ultimo capitolo. Come detto, il metodo proposto è ciclico, propone cioè un processo a strategie mutevoli a consistenza crescente con la maggior comprensione della realtà derivante dal contributo della collettività: per tale motivo prende il nome di Butterfly in analogia con il concetto di biologia di un’idea: a chi scrive, il processo di vita di una farfalla, fragile e mutevole, è sembrato simile *alla fase preliminare del set-up di una strategia* che successivamente si concretizza in attività operative. Fase preliminare a elevata incertezza, su cui ci si è concentrata la Ricerca.

² Descritto nel paragrafo 1.3.1

STRUTTURA DELLA TESI

Questo lavoro di ricerca e sviluppo ha investigato le potenzialità applicative della logica Paraconsistente per rispondere alla domanda di ricerca legata alla gestione dell'Intelligenza Collettiva per risolvere problemi complessi, come la pianificazione di un Progetto. L'attività di ricerca è iniziata con l'analisi della bibliografia sul problema, concentrandosi sugli aspetti qualitativi, riassunti nel primo capitolo. E' interessante notare che sono stati riassunti i problemi riguardanti la gestione dell'intelligenza collettiva e quelli concernenti le decisioni di gruppo, considerando quest'ultime un possibile problema di Intelligenza Collettiva su cui si è focalizzata l'attenzione della ricerca. La ricerca bibliografica si è poi concentrata sugli aspetti metodologici, approfondendo la Logica Paraconsistente, anche attraverso la frequentazione di corsi specialistici. Il secondo capitolo costituisce, infatti, un sunto degli appunti del Corso *Sistema Especialista Aplicado à Automação* del prof. *João Inácio da Silva Filho*. Nel secondo capitolo sono illustrate le applicazioni e potenzialità della Logica Paraconsistente. All'interno degli algoritmi disponibili in letteratura, è stato scelto l'algoritmo LPA2v quale base di partenza per la strutturazione del metodo. Questo perché l'algoritmo LPA2v è uno strumento versatile e semplice, e soprattutto già validato nel lavoro di ricerca del gruppo di Logica Paraconsistente Applicata dell'Università di *Santa Cecilia* in Brasile. Nel terzo capitolo l'Algoritmo è descritto in dettaglio nella sua formulazione generale. L'algoritmo è stato customizzato per step, definendo le variabili di Input ed i deliverables dell'analisi. Nel terzo capitolo è illustrato il metodo completo, risultante dall'attività di R&S. Nel quarto viene descritta l'informatizzazione del metodo nella piattaforma sviluppata dalla start-up Butterfly, i case studies condotti e gli sviluppi futuri.

METODO DI RICERCA E SVILUPPO

Per lo sviluppo del progetto di ricerca

1. E' stata svolta l'analisi della Bibliografia sull'argomento, approfondendo, sotto il profilo qualitativo, i temi delle decisioni di gruppo e l'Intelligenza collettiva, mentre sotto il profilo metodologico la Logica paraconsistente e l'Algoritmo LPA2v che è stato utilizzato come base per il Metodo Butterfly;
2. In una prima fase, è stato considerato l'algoritmo LPA2v, con massimo due cicli di valutazione; l'algoritmo è stato poi customizzato, definendo e analizzando in dettaglio il metodo per la generazione delle domande (questioning process), e alcuni parametri fondamentali, come i valori limite, con considerazioni sui costi del processo e definite le azioni correttive a ogni step. In questa fase, sono stati interpretati graficamente i risultati dell'Algoritmo in termini di Risk Analysis legata al processo decisionale. I risultati di questo step di sviluppo sono riassunti nell'Allegato 2. e nell'interpretazione grafica dei rischi sul diagramma di Hasse illustrati nel terzo capitolo;
3. Il metodo ottenuto è stato informatizzato dalla start-up Butterfly, ottenendo un primo prototipo di una piattaforma di gestione dell'Intelligenza collettiva funzionante attraverso logica paraconsistente;
4. Sono stati svolti due BETA test (descritti nel quarto capitolo);
5. A seguito dei risultati dei test, sono state condotte delle sessioni di miglioramento e definiti degli improvement points, nello specifico:
 - a) Avere la possibilità di misurare e monitorare le capacità del valutatore, legandole al grado di confidenza fornito in fase di valutazione;

- b) Definiti i parametri di settaggio, con particolare riguardo ai criteri di Start and Stop dell'Algoritmo;
 - c) Integrazione del metodo Butterfly con metodi di Ricerca Semantica, al fine di migliorare sia l'analisi del problema, che la definizione del *Grado di Confidenza*;
6. E' stato informatizzata una seconda release della piattaforma che integra i metodi di ricerca semantica. Tale applicazione è stata sviluppata per le decisioni in ambito di sviluppo tecnologico attraverso l'integrazione con il database dell'European Patent Office. L'Integrazione della ricerca semantica viene descritta nel quarto capitolo;

I punti di miglioramento, definiti a valle dei test, sono stati sviluppati e integrati in quello che viene definito "Metodo Butterfly" descritto nel terzo capitolo: Di fatto il metodo descritto nel terzo capitolo include anche i feedback dei risultati ottenuti dall'analisi dei test descritti nel quarto.

Sviluppi in Corso

E' in corso la completa informatizzazione del metodo, l'integrazione della Ricerca Semantica anche ad altri problemi decisionali e la valutazione di altri algoritmi paraconsistenti da integrare con strumenti di Machine Learning. e metodi dell'Intelligenza Artificiale. E' interessante notare che lo sviluppo del metodo è considerato un problema di Intelligenza collettiva risolvibile con il metodo stesso. Dunque l'utilizzo dei metodi di Intelligenza collettiva consente l'implementazione in piattaforme web che possono evolversi attraverso i metodi stessi. Tra i futuri sviluppi, oltre ai test in diversi domini tecnici e scientifici si continueranno a condurre valutazioni attraverso la piattaforma Butterfly su come migliorare il metodo e la stessa piattaforma.

1. INTELLIGENZA COLLETTIVA NEI PROCESSI DECISIONALI

Introduzione al Capitolo

In questo capitolo, illustreremo il concetto di Intelligenza collettiva che alla base di questo lavoro di ricerca. Saranno poi illustrate le strutture di base dei modelli di gestione dell'Intelligenza Collettiva. Si procederà poi con spiegare in dettaglio le Decisioni di Gruppo, i modelli caratteristici di questo tipo di processo decisionale ed i rischi.

1.1 Cos'è l' Intelligenza Collettiva: Elementi caratteristici nei processi decisionali

Esistono diverse definizioni di Intelligenza collettiva, cercheremo di esaminare quelle più rilevanti. Partiamo con il chiarire che l'intelligenza collettiva non è un concetto nuovo nella storia dell'uomo: le assemblee, gli eserciti, i governi e qualsiasi altra entità prenda risolva problemi e decisioni attraverso una pluralità di individui è un Intelligenza collettiva. Il concetto di intelligenza collettiva è quindi legato a quello di gruppo che agisce per uno scopo. Nel 2009, ricercatori afferenti al *Center for Collective Intelligence dell'M.I.T* hanno definito l'intelligenza collettiva in questo modo:

Gruppo di individui che agiscono collettivamente in una maniera che appare intelligente (Malone, Laubacher, & Dellarocas, 2009)

Tale definizione presuppone il concetto di pluralità di individui e quello di intelligenza. Non viene data una definizione differente di Intelligenza da quella normalmente fornita dalla psicologia cognitiva. Dunque, questo significa che il *Gruppo di Individui* di cui si parla, è considerato come un'entità unica, le cui azioni appaiono intelligente. Tale concetto implica che il *Gruppo*, sarà dotato di una propria intelligenza, con la stessa accezione con cui si considera l'Intelligenza di un singolo, risultante dall'interazione degli individui che vi appartengono. E' interessante notare che gli individui all'interno del gruppo non devono essere necessariamente persone: Esistono, infatti, diversi studi sull'intelligenza collettiva negli animali, come ad esempio nelle api, nelle formiche e negli stormi degli uccelli (Couzin, Krause, Franks, & Levin, 2005). Esistono diversi studi che si

occupano proprio di questo filone di ricerca per identificare modelli di intelligenza collettiva esistenti in natura. Tuttavia in questo studio, ci interesseremo di Gestione dell'Intelligenza Collettiva, soprattutto quando questa è generata e sfruttata attraverso l'utilizzo della rete. Per tanto, ci riferiremo alla definizione dello studioso Pierre Levy: (Pierre, 1997)

“In primo luogo bisogna riconoscere che l'intelligenza è distribuita dovunque c'è umanità, e che questa intelligenza, distribuita dappertutto, può essere valorizzata al massimo mediante le nuove tecniche, soprattutto mettendola in sinergia. Oggi, se due persone distanti sanno due cose complementari, per il tramite delle nuove tecnologie, possono davvero entrare in comunicazione l'una con l'altra, scambiare il loro sapere, cooperare. Detto in modo assai generale, per grandi linee, è questa in fondo l'intelligenza collettiva”

La definizione di Levy, anche se meno formale, aiuta a comprendere il concetto di condivisione di conoscenza massimizzata attraverso l'uso delle nuove tecnologie della comunicazione che è proprio quello di cui ci stiamo occupando.

Gli elementi caratteristici dell'Intelligenza collettiva: I “Genomi” identificati dal M.I.T Center of Collective Intelligence

Una recente ricerca dell'M.I.T (Malone, Laubacher, & Dellarocas, 2009), identifica degli elementi fondamentali, metaforicamente chiamati “geni” dell'Intelligenza Collettiva, riassunti nella figura seguente:

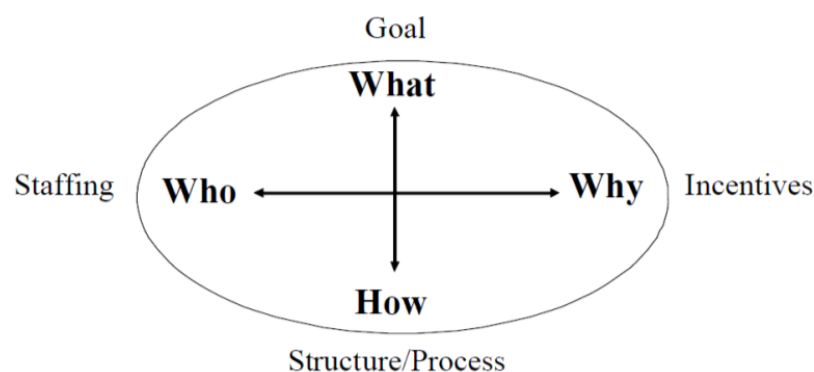


Figura 1 Blocchi o "geni" dell'Intelligenza Collettiva (Malone, Laubacher, & Dellarocas, 2009)

Di seguito gli elementi principali.

- WHO, ovvero Chi, che nel modello dell'MIT può essere identificato come:
 - a) GERARCHIA, ovvero qualcuno che, investito di una qualche autorità, chieda a qualcun altro di svolgere una certa attività;
 - b) FOLLA (Crowd) intendendo chiunque faccia parte di un grande gruppo che decida autonomamente di svolgere una certa attività;
- WHY, ovvero Perché, intendendo quali sono le motivazioni che spingono a fare una certa attività:
 - a) *Money*, ragioni economiche
 - b) *Love*, ovvero l'Amore inteso come motivazioni che vanno al di là dell'interesse economico, quale potrebbe essere la partecipazione ad un grande progetto di ricerca online o ad un progetto sociale;
 - c) *Glory*, ovvero il Riconoscimento, cioè la motivazione derivante dal riconoscimento come esperti o la semplice popolarità dopo aver partecipato ad un certo progetto online.
- WHAT, ovvero il Cosa, inteso quale attività viene svolta, si distinguono
 - a) *Create*, ovvero processi cognitivi di natura creativa, come partecipare allo sviluppo di un progetto, un'idea o un software;
 - b) *Decide*, ovvero processi cognitivi di natura decisionale, in cui gli attori scelgono tra diverse alternative;
- HOW, ovvero come, e' utile riportare la tabella di seguito, che ben riassume le modalità di collaborazione in base al tipo di attività (Creativa o Decisionale) svolta:

	Independent	Dependent
Create	Collection	Collaboration
Decide	Individual Decisions	Group Decision

Tabella 1 Tipologie di genoma "How" di Intelligenza Collettiva (Malone, Laubacher, & Dellarocas, 2009)

Come è possibile osservare, per i processi di Intelligenza Collettiva Creativi, si considerano i casi

- a) *Collection* , quando gli item creati dagli utenti sono indipendenti gli uni dagli altri;
- b) *Collaboration*, quando gli item creati dagli utenti sono interdipendenti gli uni dagli altri;

Per i processi di Intelligenza Collettiva a natura decisionale si distinguono:

- c) *Individual Decision*, occorrono quando i membri di una community, Crowd, decidono di prendere una certa decisione che , pur avendo ricevuto input dalla community stessa, non deve essere identica per tutti. In genere si distinguono le varianti *Markets* e *Social Networks*.
- d) *Group Decision*, che sono processi che occorrono quando l'input dei membri della community sono tra loro messi insieme per formare un unico giudizio. In questo caso si possono avere diverse modalità, *Voting*, *Averaging*, *Consensus* e *Prediction Markets*

In questo studio, la metodologia sviluppata, Butterfly, può essere ricondotta al caso di un *Problema di Intelligenza Collettiva di natura Decisionale di tipo dipendente (Group Decision)* del tipo *Gestione del Consenso*.

Il processo di decisione nell'attività manageriale

Il successo di un'organizzazione è frutto delle decisioni prese a livello strategico e d'indirizzo e a livello organizzativo e operativo. Decidere non è soltanto importante per la conduzione delle

attività di ogni giorno, ma diventa cruciale per costruire nel tempo opportunità e certezze di sviluppo, specialmente un mondo globalizzato e caratterizzato da una crescente dinamicità. È ciò che contribuisce in misura determinante alla qualità della vita organizzativa, al clima di lavoro, così come alla capacità di contenere situazioni di pressione e stress che non superino soglie accettabili. Decidere è anche l'essenza del lavoro manageriale: è l'essenza di tutto ciò che costruisce la qualità dell'azione finalizzata al risultato (Tesio, 2006). Ciò che sta caratterizzando sempre di più il decidere organizzativo è il suo stretto legame con i temi del coinvolgimento e della partecipazione. Il tavolo delle decisioni vede cioè sempre di più l'impegno di gruppi e di squadre: richiama il confronto, misura la collaborazione, stimola la creatività e l'innovazione, sollecita la ricerca di una composizione positiva dei conflitti. (Tesio, 2006). Molti problemi si presentano in modo estremamente complesso ed è quindi necessario poter giungere a soluzioni soddisfacenti coniugando punti di vista diversi e a volte contraddittori, sintetizzando in una sola preferenza globale le opinioni di più persone. Inoltre, spesso viene richiesto di effettuare delle scelte anche quando si hanno a disposizione solo informazioni parziali sull'oggetto dell'analisi e sui possibili vincoli. È inoltre fondamentale per un decision-maker saper decidere quale impatto è rilevante e quanto, ossia stabilire la sua priorità relativamente agli altri (Sito web del DICEA Università degli Studi di Padova, 2016). Questi scenari decisionali incerti sono proprio caratteristici dell'attività manageriale, caratterizzata proprio da un rischio intrinseco legato all'incertezza ed alla possibilità di contraddizione delle informazioni. Nello scenario attuale, è richiesto che l'attività manageriale sia in grado di recepire ed analizzare efficacemente gli stimoli che vengono dall'estero, riuscendo ad indirizzare velocemente ed efficacemente l'organizzazione verso la generazione del valore sulla base dell'analisi delle informazioni. Per ottenere informazioni in grado di indirizzare l'attività manageriale, il sistema organizzativo deve avere la possibilità di raccogliere ed analizzare dati. Riuscire a raccogliere ed analizzare dati, trasformandoli in informazioni utili ad indirizzare l'attività manageriale, reagendo efficacemente all'ambiente sulla base di informazioni consistenti, è uno dei paradigmi fondamentali dell'attuale scenario economico: Giungere cioè a quella che viene definita *Learning Organization*, Un'organizzazione si fa, opera imparando letteralmente dagli eventi, operando quindi in piena consapevolezza, limitando gli errori, e di conseguenza, evitando sprechi di tempo e di risorse. La gestione di un'organizzazione learning ed intelligente, richiede che esistano modelli interpretativi dei dati coerenti e condivisi a tutti i livelli organizzativi. Per ottenere questo risultato, grazie all'informatizzazione ed alla soft computing, oggi è possibile dotare le

organizzazioni di sistemi informatizzati di raccolta ed interpretazione dei dati trasformando il dato in informazione. Inoltre, grazie a strumenti forniti da discipline come il data mining e l'analisi dei big data, è possibile costruire *analytics*, che possono contestualizzare i dati interni all'organizzazione con ciò che accade all'estero, attraverso modelli interpretativi e statistico predittivi. Per fare questo occorrono competenze specifiche, strumenti informatici adeguati come supporto alle decisioni e una gestione conforme alle conoscenze specifiche della propria organizzazione. (Solinas, 2004). In quest'ottica è fondamentale una chiara definizione dei processi decisionali, intesi come raccolta dati, analisi e interpretazione, decisione sulla base degli obiettivi aziendali.

Fasi del Processo Decisionale

La decisione, da parte di un individuo o di un gruppo, implica un comportamento volontario e intenzionale che fa seguito a un ragionamento. In genere la presa di decisione è messa in atto per poter risolvere un problema. Nella realtà esiste una certa differenza tra decidere e risolvere un problema che è bene chiarire prima di parlare di processo decisionale: Nel problem solving il nostro atto decisionale è sempre vincolato all'obiettivo che vogliamo raggiungere, mentre nel decision making l'atto di decisione è rappresentato da un ragionamento di scelta dell'alternativa più adeguata all'interno di una serie di opzioni. Nello specifico, risolvere un problema implica cercare la soluzione giusta all'interno di un dominio di certezze; ad esempio, se dobbiamo risolvere un problema matematico, è necessario cercare le formule più adeguate e applicarle. Prendere una decisione non implica in modo così vincolante un dominio di certezze: per esempio, se dobbiamo decidere se investire una certa somma di denaro in Borsa, non abbiamo a disposizione delle formule adeguate che garantiscano la buona riuscita dell'investimento, ma dobbiamo ragionare in termini di probabilità di riuscita dell'operazione. In questi termini, nel dover decidere spesso ci possiamo trovare in situazioni problematiche, che permettono una certa gamma di soluzioni alternative. Le differenze tra le alternative non saranno espresse in termini di giusto o sbagliato ma in termini di probabilità di riuscita. In tal senso non ci sarà un'unica sola strategia utile, ma una serie di strategie di azione alternative con associato un certo valore di probabilità di riuscita. Prendere delle decisioni di solito richiede la valutazione di almeno due alternative che differiscono rispetto a diversi attributi. La selezione di un'alternativa richiede che il decisore combini l'informazione presente sui

vari attributi per formare una valutazione complessiva per ciascuna alternativa. (Pravettoni, Nuccio Leonetta, & Russo, 2015). Fatta questa premessa, descriviamo ora il processo decisionale, nella sua formulazione generale che è articolata in otto fasi (Montanari, 2005):

1. *Definizione del problema*: i problemi non esistono in natura ma sono frutto delle nostre elaborazioni mentali (Simon H. A., 1955). I problemi si distinguono in strutturati e non strutturati: i primi sono ben definiti, hanno a disposizione un' elevata quantità di informazioni e un numero finito di alternative, gli obiettivi sono chiari ed è possibile trovare una soluzione migliore in assoluto. I problemi non strutturati sono complessi, le informazioni non sono del tutto disponibili, c'è una situazione di incertezza e non esiste una soluzione migliore in assoluto ma è necessario ricercare quella che ci soddisfa maggiormente, secondo i criteri che definiscono la nostra zona di accettazione.
2. *Definizione degli obiettivi*: gli obiettivi che l'individuo si pone sono personali, in quanto rispecchiano le sue preferenze.
3. *Raccolta delle informazioni*: gli individui raccolgono dall'ambiente esterno quelle informazioni che sono ritenute coerenti con il problema da risolvere.
4. *Valutazione delle informazioni*: gli individui analizzano tutte le informazioni a disposizione e trattengono quelle ritenute rilevanti.
5. *Definizione delle alternative possibili*: sulla base delle informazioni raccolte vengono definite le opzioni per una possibile risoluzione del problema.
6. *Valutazione delle alternative possibili*: vengono valutate le scelte sulla base della convenienza.
7. *Scelta dell'alternativa*: l'individuo sceglie l'opzione che più lo soddisfa.
8. *Valutazione dei risultati*: si considerano i risultati ottenuti dalla risoluzione del problema, se sono positivi il processo decisionale si conclude, se sono negativi gli individui possono ricominciare da capo.

1.2 Lo studio della Teoria delle decisioni: Teorie, Modelli e Classificazione dei Processi Decisionali

Allo sviluppo della teoria delle decisioni hanno contribuito cultori di discipline diverse: filosofi e logici, matematici e statistici, psicologi e sociologi, economisti, ecc. Le applicazioni della teoria spaziano dalle speculazioni astratte, relative ad agenti idealmente razionali, ai suggerimenti pratici per la risoluzione di specifici problemi decisionali. I teorici della decisione indagano sulle conseguenze logiche di differenti regole decisionali o esplorano gli aspetti logico-matematici di diverse descrizioni di comportamento razionale. Gli applicati sono invece interessati all' esame dei processi decisionali così come gli stessi si svolgono nella realtà. In quest' ottica si è soliti distinguere la teoria delle decisioni in due filoni principali: *teoria normativa e teoria descrittiva*. Chi si occupa di *teoria descrittiva* cerca di scoprire come le decisioni vengono prese nei diversi contesti operativi; chi si occupa di *teoria normativa* analizza il modo in cui le decisioni dovrebbero essere prese facendo riferimento ad agenti idealmente razionali. (Chiandotto, 2006) L'approccio normativo si basa sulla teoria della scelta razionale secondo la quale il decisore considera le diverse alternative in termini di utilità attesa. Per "utilità attesa" si intende la rappresentazione, per ogni possibile alternativa, dello stato del mondo conseguibile valutando le probabilità che esso sia effettivamente raggiungibile. Secondo (Von Neumann & Morgenstern, 1944) chi deve compiere una scelta sceglie in modo razionale l'alternativa con maggiori probabilità di riuscita e con lo stato del mondo conseguibile desiderato. L'osservazione delle differenze esistenti tra quanto previsto dalla teoria normativa e il comportamento reale delle persone ha portato la ricerca successiva a indagare i meccanismi sistematici attraverso i quali ciò avviene (Simon H. A., 1955). Si è osservato che le funzioni mentali che presiedono alla raccolta, selezione, elaborazione e memorizzazione delle informazioni sono significativamente vincolate e condizionate da limiti di natura cognitiva, e quindi definiti "interni" (memoria a breve termine limitata, attenzione selettiva, ecc) e ambientali, o esterni (qualità, quantità e chiarezza delle informazioni, limiti di tempo, etc.) che, se da un lato rendono difficoltosa la scelta ottimale, dall'altro consentono un adattamento, attraverso la scelta di una soluzione comunque valutata come soddisfacente, a situazioni e compiti che sarebbero altrimenti troppo complessi. In tale direzione si sono rivolte le ricerche condotte da (Tversky & Kahneman, 1981) che, concentrandosi sui processi decisionali in condizioni di incertezza e di

rischio hanno individuato la presenza di scorciatoie cognitive (euristiche) che di fatto violano gli assunti della teoria della scelta razionale conducendo talvolta ad errori sistematici (bias), ma che, nello stesso tempo, permettono di decidere superando i vincoli imposti dalla razionalità limitata che caratterizza la mente umana.

I processi decisionali possono essere classificati secondo il modello logico che viene seguito dai decision-maker. Di seguito una breve descrizione dei principali modelli presenti in letteratura (Ros, 2007). Nel capitolo 3 saranno analizzati i modelli decisionali descritti rispetto al metodo Butterfly.

Il modello razionale-comprensivo

Il processo decisionale secondo il modello razionale-comprensivo si sviluppa attraverso quattro fasi ben distinte, rigorosamente separate sul piano logico e temporale, in particolare, dato un problema ben definito:

- Definizione degli OBIETTIVI
- Individuazione di tutte le AZIONI ALTERNATIVE, con valutazione delle conseguenze di ogni azione
- Si SCEGLIE l'ALTERNATIVA più EFFICACE ed EFFICIENTE

La razionalità è intesa come razionalità orientata allo scopo o **razionalità sostanziale**. Questo modello razionale è definito comprensivo perché suppone l'indagine completa del campo decisionale. I vantaggi principali del modello sono:

- L'applicazione del modello permette di concentrare l'attenzione sugli obiettivi di lungo termine. I decisori devono determinare i fini, le opzioni di fondo, dopodiché gli sviluppi spettano ai tecnici;
- La razionalità sostanziale appare un buon rimedio alla razionalità burocratico-formale. In questo modo si sposta la responsabilizzazione, da responsabilità verso le regole a responsabilità verso i risultati;
- L'elaborazione di un gran numero di informazioni diventa più agevole grazie alle possibilità aperte dalle tecnologie informatiche;

Il modello cognitivo

Molti analisti dei processi decisionali hanno mosso critiche al modello del decisore razionale, a causa dell'ipotesi di conoscenza comprensiva e di possibilità di scelta dell'alternativa ottimale. Simon (Simon, Le scienze dell'artificiale, 1988) sostiene che :

“Non possiamo, entro limiti di computo realistici, generare tutte le alternative possibili e confrontare i rispettivi pregi. Né possiamo riconoscere l'alternativa migliore, anche se siamo così fortunati da generarla in breve tempo, finché non le abbiamo viste e confrontate tutte. Arriviamo ad accontentarci del soddisfacente effettuando la ricerca delle alternative in modo tale che di solito se ne possono trovare una accettabile solo dopo una breve ricerca”

Il modello proposto da Simon tiene conto dell' effettive facoltà cognitive degli esseri umani: si parla quindi di **razionalità limitata**. L'uomo reale non è in grado di indagare tutte le soluzioni possibili e di considerarle simultaneamente, ma le vaglia in sequenza. Anche l'utilizzo di mezzi informatici non riesce a fare fronte a problemi di elevata complessità computazionale. La ricerca della soluzione si arresta non appena si identifica una soluzione “soddisfacente”, che corrisponde all'alternativa che supera determinati livelli di aspettativa (Simon, 1978) Spesso avanzando nella ricerca della soluzione le aspettative vengono ridimensionate: il processo decisionale è così un processo di apprendimento in cui si aggiustano i mezzi ai fini e viceversa. Gli studi sulla psicologia cognitiva mostrano che i decisori spesso hanno una rappresentazione semplificata della realtà: Si concentrano su alcuni aspetti, mentre tralasciano altri. Inoltre, di fronte ad un problema nuovo essi non cercano di scomporre il problema in elementi semplici ma tentano di affrontarlo globalmente applicando schemi interpretativi già utilizzati in precedenza con risultati soddisfacenti. Simon, sostiene che non bisogna considerare solo la **razionalità sostanziale**, che sceglie i mezzi appropriati per raggiungere determinati fini, ma anche la **razionalità procedurale**, che di fronte a situazioni complesse individua le procedure efficaci per la decisione.

Il modello incrementale

Lindblom (Lindblom, 1959) osserva che i processi decisionali reali seguono un modello di tipo incrementale, basato su comparazioni limitate successive. Mentre il modello razionale-comprensivo ha la pretesa di ripartire ogni volta dalle basi, il modello incrementale è un accrescimento graduale a partire dalla situazione corrente. Il modello incrementale ha le seguenti caratteristiche:

- La selezione degli obiettivi e l'analisi empirica dell'azione necessaria non sono distinte l'una dall'altra ma sono strettamente interconnesse;
- Siccome i mezzi e i fini non sono distinti, l'analisi mezzi-fini è spesso impropria o limitata;
- Una “buona” politica è quella per cui si perviene a un accordo: diversi osservatori possono essere d'accordo su una determinata politica, senza che essi abbiano obiettivi condivisi e senza che si interrogino se quella politica sia il mezzo più appropriato per soddisfare obiettivi concordati;
- L'analisi è drasticamente limitata, in quanto capita di trascurare possibili conseguenze importanti, potenziali politiche alternative, importanti valori coinvolti;
- Una successione di comparazione riduce molto o elimina completamente il ricorso a fondamenti teorici (Lindblom, 1959)

Questo modello, a differenza dei precedenti, non richiede la presenza di un decisore unico, ma rispecchia l'assetto delle organizzazioni democratiche, in cui i decisori sono frammentati e gli organismi decisionali sono specializzati. In tale contesto i processi decisionali seguono logiche di tipo politico. I decisori non riescono a stabilire in astratto quali sono i *trade off* tra differenti obiettivi (ad esempio tra libertà e sicurezza) ma riescono a esprimere le proprie preferenze solo in riferimento ad interventi specifici. Inoltre c'è un adattamento dei fini ai mezzi effettivamente disponibili. La valutazione si basa sulle differenze che le nuove decisioni presentano rispetto allo *status quo*. La scelta delle azioni da intraprendere non avviene più sulla base di criteri tecnici, ma politici. La frammentazione dei decisori, tipica delle democrazie pluraliste, è un modo per aumentare il livello dell'informazione e della razionalità necessarie alla decisione. Gli aspetti ignorati da un attore, saranno fatti valere da un altro: Lindblom afferma che a difesa di ogni importante interesse od obiettivo c'è un “cane da guardia”. Tale sistema, che prevede mutui aggiustamenti tra le parti,

assicura una considerazione più ampia dei valori dell'intera società rispetto ad un tentativo teorico di analisi onnicomprensiva. Dal modello incrementale deriva la figura del pianificatore come **mediatore**: non pretende di trovare solo una soluzione ai problemi ma cerca di portarli all'attenzione dei soggetti interessati, di agevolare gli scambi e di conciliare interessi contrapposti. (Gorini & Pravettoni, 2011)

Il modello bidone della spazzatura

Secondo questa interpretazione nelle organizzazioni il processo decisionale non si svolge secondo il modello razionale, ma si riscontrano tre condizioni:

- Le preferenze sono vaghe;
- le tecniche non sono chiare;
- la partecipazione è incostante;

In tali circostanze Cohen et al. Propongono il modello decisionale del “Bidone della Spazzatura” (garbage can model). (M.D Cohen, 1972)

Il processo decisionale è affetto non solo da incertezza, ma anche da vera e propria ambiguità: gli obiettivi non sono chiari o sono sconosciuti. Mentre all'incertezza si può rimediare aumentando l'informazione, una situazione ambigua è destinata a rimanere tale anche in presenza di maggiori informazioni. Inoltre gli attori non sono necessariamente dotati di preferenze coerenti, stabili ed esogene: i fini cambiano nel corso del processo. Secondo il modello del “bidone della spazzatura” esistono quattro flussi che interagiscono: problemi, soluzioni, partecipanti, occasioni di scelta. Così come ci sono problemi in cerca di soluzioni, ci sono anche soluzioni in cerca di problemi. L'esistenza stessa di una soluzione contribuisce alla creazione del problema. I partecipanti entrano ed escono dalla scena decisionale: la loro presenza ed il loro livello di attenzione dipende dagli altri tavoli su cui sono impegnati, più che dalle caratteristiche della decisione da prendere. Le occasioni di scelta sono i momenti in cui un'organizzazione può produrre una decisione. Più i problemi, in concorrenza tra loro premono contemporaneamente sulla stessa occasione di scelta. Le occasioni di

scelta sono viste come bidoni della spazzatura in cui ogni attore getta problemi e soluzioni. La scelta avviene quando un problema incontra una soluzione. Si può quindi affermare che il criterio decisionale è il caso o, più precisamente, una casuale coincidenza temporale che fa incontrare i problemi con le soluzioni. Nel *garbage can model* il tempo è un fattore determinante, mentre è poco influente nel modello razionale-comprensivo: in quest'ultimo infatti si presume di avere sempre abbastanza tempo a disposizione per un'analisi dettagliata delle alternative.

Decisioni individuali e Decisioni Collettive

Un'altra importante distinzione all'interno della teoria delle decisioni è quella tra decisioni individuali e decisioni di gruppo. Una decisione individuale non deve necessariamente riferirsi ad un singolo individuo, anche le imprese, le associazioni, i partiti, le nazioni, le regioni, le università, ecc, quando mirano al conseguimento di un obiettivo comune dell'organizzazione prendono decisioni individuali. Si parla, invece di decisioni di gruppo quando gli individui che appartengono alla stessa organizzazione manifestano opinioni diverse rispetto ai fini o alle priorità del gruppo. La parte più rilevante della ricerca concernente la teoria delle decisioni di gruppo è stata rivolta allo sviluppo di strategie comuni per governare i vari membri del gruppo e alla distribuzione delle risorse all'interno del gruppo stesso ed in questo ambito assumono, spesso, grande rilevanza aspetti etici e morali. All'opposto, nella teoria delle decisioni individuali ci si concentra sul problema di come gli individui possono favorire i propri interessi, qualunque sia la loro natura, non riconoscendo alcuna rilevanza ad aspetti etici e/o morali; potrebbe essere pertanto possibile per un agente idealmente razionale trovarsi in condizioni migliori violando la strategia comune del gruppo di appartenenza. Qualunque decisione, sia essa individuale o di gruppo, comporta una scelta tra più alternative, o azioni, o atti, ciascuna delle quali produrrà una tra più conseguenze che dipenderà dalle condizioni del contesto, stato di natura, nel quale il processo decisionale si svolge. Le

decisioni, sono, pertanto, costituite da azioni, stati e conseguenze, con le ultime che dipendono, nella generalità dei casi, dall'azione e dallo stato in cui l'azione si verifica. Quando si analizza un problema di decisione, l'analista, che può essere lo stesso soggetto che prende la decisione, deve individuare l'insieme rilevante delle azioni, degli stati e delle conseguenze per caratterizzare in modo adeguato il problema stesso. Attraverso l'individuazione di azioni, stati e conseguenze e costruendo, eventualmente, una tavola o un albero di decisione, si procede alla specificazione del problema decisionale. Alcune interessanti questioni sono legate alla specificazione di un problema decisionale. La prima riguarda la descrizione appropriata degli stati di natura. Ogni problema decisionale implica delle conseguenze che il soggetto della decisione considera migliori di altre, altrimenti non sussisterebbe un problema di scelta. In quest'ambito assume particolare rilevanza il principio della dominanza che dice di escludere tutte le alternative che comportano conseguenze peggiori, qualunque sia lo stato di natura di una qualche specifica alternativa. Se c'è un'alternativa che domina tutte le altre, il principio di dominanza porta a scegliere tale alternativa ed il problema decisionale è risolto in modo ottimale. Sfortunatamente, casi del genere si riscontrano molto raramente nelle situazioni reali. Una seconda interessante questione legata alla specificazione del problema decisionale è quella relativa alla distinzione tra decisione giusta e decisione razionale. La decisione di chi agisce è giusta se si risolve in esiti ottimali, se si avesse una conoscenza completa del futuro basterebbe, pertanto, fare riferimento al solo principio "prendi la decisione giusta". Purtroppo la maggior parte delle decisioni è basata su ciò che si ritiene possa accadere e non su quello che accadrà realmente. Nella quasi totalità dei casi risulta quindi impossibile prendere una decisione giusta, si dovrà allora prendere una decisione razionale, valutando al meglio l'insieme parziale di informazioni a disposizione riguardo al vero stato del mondo, e non è affatto scontata l'equivalenza: decisione razionale = decisione giusta.

Decisioni in condizioni di Certezza, Incertezza e di Rischio (Chiandotto, 2006)

Usualmente si distinguono le decisioni secondo il contesto informativo in cui l'agente opera, in:

1. decisioni in situazioni di certezza

2. decisioni in situazioni di rischio
3. decisioni in situazioni di incertezza

Se con $A=\{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ si indica l'insieme delle decisioni alternative possibili, con $\Theta=\{\theta_1, \dots, \theta_n\}$ l'insieme dei possibili stati di natura e con $C=\{c_{11}, c_{12}, \dots, c_{ij}, \dots, c_{mn}\}$ l'insieme delle conseguenze, dove le conseguenze c_{ij} sono funzione dell'azione a_i e dello stato θ_j :

$$c_{ij}=f(a_i, \theta_j) \quad \text{per } i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$$

si può rappresentare il processo decisionale (dove è stato ipotizzato un numero discreto di alternative ed un numero discreto di stati di natura) in modo appropriato facendo ricorso all'albero di decisione:

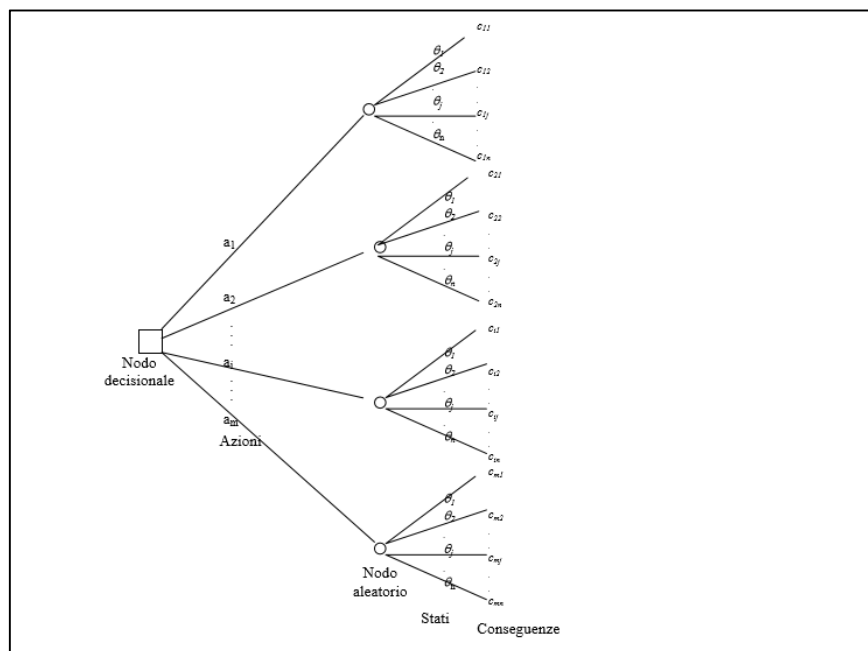


Figura 2 Albero delle Decisioni.

Se il decisore, conoscesse lo stato di natura, ad esempio θ_j il problema di scelta si ridurrebbe al confronto tra le m conseguenze (le c_{ij}) e la scelta razionale equivarrebbe alla scelta giusta, sempre che siano note le conseguenze ed il decisore sia in grado di esprimere, in modo razionale, le sue preferenze riguardo alle conseguenze stesse. Il comportamento razionale consente, in altre parole, l'individuazione dell'alternativa ottimale che comporta il conseguimento del massimo beneficio.

Se lo stato di natura non è noto ma si dispone di una misura della probabilità dei vari stati di natura,

si parla di decisioni in situazioni di rischio. Se non si dispone di alcuna informazione sulla probabilità dei vari stati di natura, si parla di decisioni in situazioni di incertezza.

Se le conseguenze sono esattamente definite, cioè:

$$y_{ij}=c_{ij}=f(a_i, \Theta_j) \quad \text{per } i=1, \dots, m$$

$$j=1, \dots, n$$

e che il beneficio per il decisore sia rappresentato esclusivamente dal valore c_{ij} . L'azione ottima è, pertanto, quella cui corrisponde il valore più elevato. Quindi, nel caso in cui il decisore si trova ad operare in situazioni di certezza, di conoscenza, in altre parole, dello stato di natura, il problema decisionale è praticamente risolto: basterà, infatti, scorrere, nell'albero delle decisioni, la colonna delle conseguenze ed individuare tra queste il più elevato e scegliere l'azione corrispondente a tale valore.

Nel caso in cui il decisore si trova ad operare in condizioni di estrema incertezza si sostituisce ai simboli algebrici c_{ij} i simboli y_{ij} , e poiché non è noto lo stato di natura ci vengono in aiuto dei criteri di scelta per la risoluzione del problema, tra questi:

- *Criterio del max-min*: consiste nello scegliere l'azione a' che corrisponde al massimo del minimo di y_{ij} :

$$a' = \max_i (\min_j y_{ij})$$

Questo criterio è proprio del pessimista estremo il quale è convinto che, qualunque azione egli scelga, si realizzerà sempre quello stato di natura (condizioni strutturali, economiche di produzione e di mercato, di lavoro, ecc.) che gli permetterà il conseguimento del beneficio minimo. Quindi, egli si premunirà contro la natura cercando di ottenere il massimo, tra i benefici minimi, che essa è disposta a concedere.

- *Criterio del max-max*:

All'opposto del pessimista estremo c'è l'estremo ottimista, ed è colui il quale ritiene che qualunque sia l'azione prescelta, la natura sarà tanto benigna nei suoi confronti da concedere il beneficio massimo. La scelta ottimale risulta dalla relazione:

$$a' = \max_i (\max_j y_{ij})$$

- *Criterio di Hurwicz*: Considerando l'espressione:

$$a' = \max_i \{ \alpha \min_j y_{ij} + (1 - \alpha) \max_j y_{ij} \}$$

per α compreso tra zero ed uno, si deriva un criterio intermedio ai due sopra. L' α assume quindi il senso di indice di pessimismo. Infatti, per $\alpha = 1$ si ha il criterio del max-min, per $\alpha = 0$ si ha il criterio del max-max.

Come detto l'incertezza e il rischio, caratterizzano la maggior parte delle nostre decisioni. Il processo di scelta è dunque fortemente condizionato dal modo con cui percepiamo, rappresentiamo ed elaboriamo le informazioni che abbiamo a disposizione. Un aspetto significativo che può influire sul processo decisionale riguarda le distorsioni determinate dalla modalità di rappresentazione del rischio. La percezione del rischio è un fenomeno molto complesso perché determinato non solo da dati obiettivi, per altro non sempre disponibili, ma anche da aspetti soggettivi ed emotivi. Incertezza e rischio impediscono una valutazione basata sul calcolo delle probabilità (come previsto dalla teoria normativa), e portano l'individuo ad agire in conformità a informazioni di carattere secondario, ma con un forte impatto emotivo, positivo o negativo che sia. In questo modo, una potenziale percentuale o valore assoluto possono cambiare il loro valore soggettivo secondo fattori che nulla avrebbero a che fare con una scelta razionale. Quanto esposto avviene anche quando i decisori possiedono specifiche abilità professionali in determinati ambiti. Anche in questo caso essi trovano spesso un'assoluta difficoltà a seguire percorsi decisionali coerenti con le teorie normative, mostrando una mancanza di considerazione delle probabilità a priori e un'eccessiva ricerca di informazioni inutili arrivando spesso ad errori di valutazione plateali. Gli studi effettuati sui processi decisionali hanno individuato una serie di strategie inferenziali volte a semplificare la presa di decisione in condizione di rischio e di incertezza. Tali strategie sono denominate euristiche, cioè quelle strategie, tecniche e procedimenti utili a ricercare un argomento, un concetto o una teoria adeguati a risolvere un problema dato. Le Euristiche sono scorciatoie mentali che derivano dall'esperienza personale e permettono di evitare tutte le fasi del processo decisionale, giungendo più velocemente ad una decisione (Simon, 1976). Sebbene siano spesso molto efficienti, non sono anch'esse immuni dal produrre estese e sistematiche distorsioni nella formulazione delle decisioni:

le distorsioni cognitive.

1.3 La Gestione delle Decisioni Collettive

Di seguito una descrizione dei principali metodi di gestione delle decisioni collettive.

Metodo AHP (Chiandotto, 2006)

L'AHP è un metodo di analisi multicriterio e consente prevalentemente di assegnare una priorità ad una serie di alternative decisionali (stimoli) o di mettere in relazione criteri caratterizzati da valutazioni qualitative e quantitative e quindi non direttamente confrontabili, combinando scale multidimensionali di misure in una singola scala di priorità (Saaty, 1980). Il metodo si basa su una serie di confronti a coppie fra i criteri attribuendo ad essi un punteggio di importanza relativa e termina con l'assegnazione di un peso percentuale. Naturalmente la somma di tutti i pesi percentuali deve essere pari al 100%. I punteggi da utilizzare ad ogni confronto sono, in linea di massima, arbitrari e corrispondono generalmente al numero di livelli qualitativi da considerare durante i confronti a coppie. Definiamo A_i il singolo stimolo e a_{ij} il valore numerico risultante dal confronto fra i criteri i e j e consideriamo un numero di criteri pari a n . Il risultato di tutti i confronti $n(n-1)/2$, genererà la matrice $A_{n \times n}$ che verrà poi utilizzata per creare il vettore dei pesi percentuali (priorità) di ogni singolo criterio. Generalmente si considera una scala di valutazione che varia da 1 a 9, dove ogni livello della scala corrisponde alla seguente valutazione:

Valore a_{ij}	Interpretazione
1	i e j sono equamente importanti
3	i è poco più importante di j
5	i è abbastanza più importante di j
7	i è decisamente più importante di j
9	i è assolutamente più importante di j
1/3	i è poco meno importante di j
1/5	i è abbastanza meno importante di j
1/7	i è decisamente meno importante di j
1/9	i è assolutamente meno importante di j

Tabella 2 Scala di Valutazione nel Metodo AHP di Saaty

I valori a_{ij} della matrice A sono caratterizzati dalle seguenti proprietà:

- 1) se $a_{ij}=a$, allora $a_{ji}= 1/ a=$, con $a>0$
- 2) se lo stimolo A_i è giudicato essere di uguale intensità relativa ad A_j , allora $a_{ij}=a_{ji}=1$. In particolare, la diagonale principale della matrice A è composta interamente da valori unitari, cioè $a_{ii}=1$. L'indice i rappresenta le righe della matrice dei confronti a coppie, mentre l'indice j indica le colonne; in pratica vengono effettuati i confronti tra gli elementi della regione triangolare superiore della matrice utilizzando poi i reciproci per la parte triangolare inferiore, mentre gli elementi della diagonale sono tutti valori unitari. Ottenuta la matrice A dei confronti a coppie, per calcolare il vettore dei pesi percentuali da assegnare ad ogni stimolo basta determinare il massimo autovalore λ e il relativo autovettore v_λ di A stessa (Kardi, 2006). Normalizzando l'autovettore v_λ in modo che la somma dei suoi elementi sia pari a 1 otteniamo il vettore dei pesi percentuali o delle priorità relativi agli stimoli A_i :

$$P = \frac{v_\lambda}{\sum_{i=1}^n v_\lambda(i)}$$

Il vettore dei pesi mantiene l'ordine delle righe della matrice dei confronti a coppie (impostato dal decisore). Una volta determinato il vettore delle priorità, è importante capire se la matrice dei confronti a coppie è consistente o meno, cioè si cerca di “misurare” se i giudizi soggettivi del decisore ad ogni confronto sono consistenti o meno. Definiamo gli indici utilizzati per determinare la consistenza di una matrice e le soglie di tolleranza adottate in letteratura per determinare se una matrice dei confronti a coppie possa essere ben posta o meno. Definiamo Consistency Index (CI), il valore ottenuto dalla seguente formula:

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

dove con λ intendiamo il massimo autovalore della matrice A ed n rappresenta la dimensione della matrice stessa. Definiamo adesso il Random Consistency Index (RI) secondo la seguente tabella, dove alla dimensione della matrice A è associato il relativo valore di RI:

RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Tabella 3 Randon Consistency Index nel metodo AHP di Saaty

Infine determiniamo il rapporto di consistenza (Consistency Ratio, CR): $CR = CI/RI$. Nel caso meno restrittivo, per poter considerare la matrice A consistente, viene posto come vincolo $CR < 0.1$. Volendo determinare in modo più preciso e in funzione della dimensione di A la soglia entro la quale considerare consistente la matrice, possiamo utilizzare i valori presenti nella tabella seguente:

Soglia	n
0.05	3
0.08	4
0.10	≥ 5

Tabella 4 Valori Soglia nel Metodo AHP di Saaty

Metodo Delphi

Consiste nell'inviare una serie di questionari ad un gruppo di interlocutori volontari che tuttavia non si riuniscono per discutere e che magari non si conoscono affatto. Le risposte sono ordinate e rimandate agli interlocutori che le commentano e così via fino al raggiungimento del consenso del gruppo. Si tratta di una metodologia molto utile se s'intende ridurre l'influenza individuale e la pressione di potere nell'esercizio decisionale.

NGT

Consiste nel coinvolgimento di piccoli gruppi che presentano suggerimenti e discutono le proposte dei singoli gruppi per raggiungere una decisione. Ciascun partecipante presenta i propri suggerimenti che sono elencati con tutti gli altri su un tabellone. Ogni suggerimento è discusso e votato fino al raggiungimento del consenso unanime sulla decisione da prendere.

Brainstorming

Consiste nell'elaborazione libera di tutte le possibili idee e suggerimenti senza che intervenga alcuna forma di valutazione durante la fase creativa di produzione delle stesse. Tutti sono sollecitati a proporre soluzioni, anche le più bizzarre, mentre è bandita dal conduttore la critica altrui. Le idee vengono poi discusse e valutate in gruppo o individualmente.

Dibattito Dialettico

E' una tecnica di decisione nella quale è assegnato a vari gruppi il compito di confutare gli assunti e i valori ai quali si riferiscono le diverse alternative proposte. Con la tecnica dell'avvocato del diavolo si incarica un membro del gruppo di confutare gli assunti di una decisione e le asserzioni che trovano concorde il resto del gruppo. L'avvocato del diavolo deve convincere il gruppo a riconsiderare da capo la situazione in modo che il consenso sia ben meditato e non si fondi su processi euristici o sull'influenza sociale.

1.4 I principali rischi di un Processo Decisionale Collettivo

Il processo decisionale è affetto da una serie di elementi che possono comprometterne la qualità e correttezza. Nei processi razionali-cognitivi tali elementi possono essere identificati soprattutto nella struttura del modello analitico /algoritmo utilizzato per l'analisi e la risoluzione del problema decisione. Tuttavia esistono poi elementi legati alla natura umana che influenzano tutti i processi di tutti i modelli decisionali: nei prossimi paragrafi saranno descritti i principali elementi di influenza del processo decisionale³.

Bias

Il "*bias*" è una forma di distorsione della valutazione causata dal pregiudizio. La mappa mentale d'una persona presenta "*bias*" laddove è condizionata da concetti precedenti non necessariamente connessi tra loro da legami logici e validi. Il "*bias*", contribuendo alla formazione del giudizio, può

³ Per una trattazione esaustiva su tali argomenti si rimanda a testi specialistici di psicologia cognitiva

quindi influenzare un'ideologia, un'opinione, e un comportamento. È probabilmente generato in prevalenza dalle componenti più ancestrali e istintive del cervello. Il “bias” può essere dovuto a:

- Esperienza individuale
- Ambiente culturale e credenze
- Giudizio altrui
- Schemi mentali
- Paura di prendere una decisione che causi danno

E' importante evidenziare che sul “bias” influiscono il tempo disponibile per acquisire le informazioni ed il tempo disponibile per prendere la decisione.

Le distorsioni cognitive

Gli individui spesso si servono di eurismi cognitivi per giungere alla soluzione di un problema risparmiando tempo e risorse. L' applicazione di tali metodologie può produrre il risultato desiderato in alcune situazioni mentre in altre può essere fuorviante. Tali errori si possono definire come distorsioni cognitive. Queste ultime a seconda della fase del processo decisionale in cui si verificano assumono il nome dei seguenti errori. Le distorsioni cognitive sono i modi attraverso i quali la nostra mente ci convince di qualcosa al di là che sia vero o no. Questi pensieri approssimativi finiscono spesso per rafforzare il pensiero negativo o emozioni negative in modo che suonino come cose razionali e precise, ma in realtà servono solo a tenerci in uno stato negativo.

Distorsioni nelle fasi iniziali del processo: Il framing

Nelle prime due fasi del processo decisionale(definizione del problema e degli obiettivi) possono presentarsi distorsioni dovute al framing. I frames sono particolari strutture mentali che permettono ad ogni individuo di definire in modo diverso dagli altri le modalità di approccio al problema.



Tabella 5 Esempio di figura gestaltica

Ad esempio se due persone osservano l' immagine nella figura precedente, uno dirà di aver visto un asino e l' altro personaggi dell' alta società. In questo modo, nell' approccio ad un problema, si può commettere l' errore di focalizzarsi su un aspetto particolare di esso, escludendo dal campo di analisi altre informazioni che, invece, potrebbero essere necessarie per compiere una scelta corretta. L' adozione di un particolare frame (punto di vista) può non dipendere da una consapevole per quanto soggettiva opinione del decisore sulla natura del problema, ma anche dal linguaggio e dai punti di riferimento casualmente e inconsapevolmente adottati (Grandori, 1999) e (Tversky & Kahneman, 1981) si sono interessati per primi al fenomeno del framing formulando la Prospect Theory. Questa teoria sostiene che le decisioni prese dagli individui possono essere influenzate dal modo in cui gli individui strutturano la particolare situazione. Gli individui possono adottare un frame positivo o negativo. Il tipo di frame adottato influenza notevolmente le scelte : a parità di altre condizioni i decisori sono più prudenti e meno innovativi nei frames positivi, più rigidi nel rifiutare soluzioni e più disposti a rischiare nei frames negativi.

Distorsioni nella fase centrale del Processo Decisionale: Disponibilità, Rappresentatività e Ancoraggio

Diverse forme di distorsioni possono presentarsi nelle fasi centrali del processo decisionale ovvero nella raccolta e valutazione delle informazioni e delle alternative possibili:

- *Disponibilità*: quando un individuo raccoglie le informazioni dal mondo esterno per valutare la possibile soluzione al proprio problema, spesso tende a cercare solo quelle più vicine e, quindi, meno dispendiose a livello di tempo e sforzo cognitivo. L'uso di questa euristica produce in molti casi soluzioni corrette, in altri si commettono degli errori, in quanto le stime sono effettuate sulla base del recupero di esempi dalla memoria che non tengono in considerazione tutte le altre possibili soluzioni;
- *Rappresentatività*: è la distorsione legata al concetto di stereotipo, cioè all'opinione preconstituita su persone o gruppi che prescinde dalla valutazione del singolo caso ed è il risultato di una falsa operazione deduttiva. Nel prendere una decisione, quindi, gli individui si basano su un'opinione semplicistica e generalizzata, che non si fonda sulla valutazione personale dei singoli casi, ma si ripete meccanicamente su persone, avvenimenti e situazioni;
- *Ancoraggio*: è la distorsione che avviene quando gli individui nell'emettere giudizi sulla base di informazioni incerte o ambigue utilizzano dei punti di riferimento ai quali “ancorare” le proprie stime. Tale tipo di euristica fornisce un aiuto che dirige in qualche punto ed influenza la stima e la decisione presa.

Distorsioni nelle fasi finali del Processo Decisionale: Trappole dell'apprendimento

Di seguito sono descritte le distorsioni che possono verificarsi nelle fasi finali del processo decisionali, ovvero scelta dell'alternativa migliore e valutazione dei risultati.

- *Errori di attribuzione*: consiste nella tendenza sistematica ad attribuire i propri successi a fattori interni (le nostre capacità) e gli insuccessi a fattori esterni (la sfortuna, gli altri, ecc). Nel caso di successi ed insuccessi altrui, invece, si attuano processi opposti. L'errore consiste nel fatto che non riconduciamo i risultati delle

nostre azioni alle reali cause, perdendo in questo modo la possibilità di migliorare i risultati ottenuti modificando correttamente il processo decisionale;

- *Auto-conferma*: quest'errore consiste nel fatto che le persone, quando devono fare una scelta, tendono a raccogliere solo le informazioni che la confermano, non considerando i fattori volti invece a falsificarla, cioè non si valutano i pro e i contro.

Polarizzazione

La polarizzazione è stata per la prima volta studiata intorno agli anni Sessanta da (Stoner, 1961) e da (Sergio & Zavalloni, 1969), che hanno riscontrato come in gruppo si registrasse una maggiore propensione a prendere decisioni rischiose rispetto a quanto avrebbero fatto i membri del gruppo individualmente. In effetti, le decisioni di gruppo non sembrano influenzate soltanto da una dinamica di normalizzazione, ma anche da un fenomeno opposto, cioè di estremizzazione del giudizio. In base al fenomeno della polarizzazione è ad esempio molto probabile che, dovendo decidere quale livello di rischio affrontare per una scelta di tipo economico, il gruppo prenda una decisione finale più radicale rispetto alle singole scelte effettuate inizialmente da ciascun membro. E ciò non riguarda soltanto il comportamento di rischio, la cui estremizzazione potrebbe essere influenzata dal fatto che la scelta di gruppo aumenta la fiducia o la sicurezza rispetto a una scelta effettuata individualmente. Infatti, la polarizzazione avviene anche in caso contrario, cioè il gruppo può decidere per un investimento di maggiore cautela se le posizioni individuali iniziali sono prevalentemente più caute. Il fenomeno della polarizzazione fa dunque riferimento a uno spostamento delle opinioni del gruppo nella direzione già inizialmente prevalente nei giudizi individuali (Manetti, David, Pierro, Livi, & Kashy, 2002). In tal modo sembrerebbe che una prima spiegazione del fenomeno della polarizzazione possa essere ricondotto al processo di influenza informativa, in base al quale le persone verrebbero influenzate durante la discussione di gruppo proprio dalle maggiori informazioni portate da ciascuno dei membri. Una seconda spiegazione fa invece riferimento all'influenza normativa, in base alla quale le persone tenderebbero a conformarsi alla norma del gruppo. In questo caso è come se le persone, una volta compresa la posizione prevalente presente nel gruppo, cercassero una posizione simile o addirittura più estrema per compiacere e fare una buona impressione al resto del gruppo. Nel nostro esempio, una volta resa

nota la posizione della maggioranza rispetto al rischio, molti avrebbero la tendenza a uniformarsi o addirittura a enfatizzare il giudizio espresso, per andare nella direzione favorita dal gruppo (Colautti, 2004). L'esito finale può essere un processo decisionale distorto o anche una divisione grave del gruppo

Pensiero di gruppo (Groupthinking)

Un altro fenomeno di distorsione del processo decisionale legato al conformismo è il pensiero di gruppo descritto da (Janis, 1972). Il pensiero di gruppo è un comportamento che accade in gruppi molto coesi in cui il desiderio dei membri di raggiungere un accordo è superiore alla volontà di trovare eventuali soluzioni e alternative efficaci, anche contro ogni oggettiva analisi della situazione oggetto di decisione. Si tratta di un contesto in cui, per pressioni e urgenze esterne, si riduce da parte del gruppo di lavoro lo sforzo di comprendere la situazione e di cercare le informazioni necessarie e corrette al di fuori del gruppo, di verificare i dati della realtà e di discutere sulle possibili alternative a un certo corso di azioni. Tale pensiero di gruppo sussiste in quei gruppi in cui vi è un'abnorme fiducia nel sistema di norme vigente e nei confronti del leader, una forte accentuazione del valore dell'unanimità e delle credenze condivise, una svalutazione delle fonti esterne al gruppo. Janis individua una serie di fattori che possono influenzare la dinamica decisionale:

- una *forte pressione* da parte di alcune persone del gruppo nei confronti dei membri devianti e un invito a non sollevare troppi dubbi e critiche. Questo in presenza di un atteggiamento di autocensura da parte dei membri stessi;
- il *clima di apparente unanimità* , in base al quale ciascuno, pur avendo avuto delle perplessità, non le aveva esplicitate, poiché riteneva di essere l'unico ad averle;
- Un'*eccessiva sopravvalutazione del proprio gruppo* , una sorta di sentimento di invulnerabilità accompagnato da una percezione distorta e di perdita del valore del gruppo esterno;

- una *coesione elevata*, che ha favorito il conformismo: quanto più si è attratti dal gruppo, tanto più ci si lascia influenzare;
- *l'isolamento rispetto all'esterno* , anche per il fatto che la decisione doveva rimanere - re segreta, riducendo quindi la possibilità di un confronto con persone o gruppi esterni;
- *Lo stile di leadership*, l'autorevolezza del leader e la modalità di partecipazione all'incontro;
- *lo stress da decisione* che può aver portato a decidere più velocemente, pur di ridurre lo stato di incertezza e di disagio.

Dunque è possibile individuare la presenza di un pensiero di gruppo che rischia di portare a profonde distorsioni decisorie quando sono evidenti i seguenti sintomi gruppali: l'illusione di invulnerabilità del gruppo e di profonda coesione, l'illusione di moralità del gruppo e delle sue decisioni che spinge il gruppo a ragionare nella logica della contrapposizione noi-loro, la presenza di stereotipi condivisi che porta a minimizzare i rischi connessi alla decisione o di qualsiasi punto di vista diverso da quello del gruppo, la presenza di razionalizzazioni e di giustificazioni alle operazioni del gruppo, una forte autocensura dei dubbi o delle contrapposizioni, l'illusione di unanimità dovuta all'autocensura; una forte pressione al conformismo di gruppo, la presenza di una strategia di protezione dall'invasione di idee o di informazioni contrastanti. Per contrastare il pensiero di gruppo è necessario adottare una serie di strategie che ne riducano la portata discorsiva, come:

- limitare il più possibile la ricerca prematura del consenso , poiché non consente un'analisi accurata del problema e un'attenta valutazione in termini di pregi-difetti e vantaggi-svantaggi della soluzione da adottare;
- valorizzare le forme di pensiero critico e l'impegno morale di tutti nell'esprimere il proprio punto di vista e nel cercare altre informazioni al di fuori del gruppo;
- premiare il ruolo dell'"avvocato del diavolo" all'interno del gruppo e non emarginare chi esprime dubbi;

- per ciò che riguarda il leader ,egli dovrebbe consentire ai membri del gruppo di comunicare e chiarire la loro opinione, prima di esporre la propria;
- porre maggiore enfasi sull' analisi dei pro e dei contro , senza saltare subito alle conclusioni e senza voler prematuramente prendere una decisione;
- favorire il riconoscimento di limiti e potenzialità del gruppo , e allo stesso modo individuare quelli del gruppo avversario, nel caso ci sia;
- utilizzare tecniche di decisione efficaci , che prevedano una fase di problem setting, per l'analisi e la diagnosi degli aspetti più rilevanti, e una fase di problem solving, nella quale procedere all'individuazione delle soluzioni più opportune e alla scelta di quella ritenuta consensualmente la migliore;
- valutare in dettaglio la situazione e la natura del problema anche suddividendo il gruppo in sottogruppi;
- anche dopo che la decisione è stata presa, riprovare a verificare il significato di quelle scartate.

Effetto Dunning-Kruger

L'effetto Dunning-Kruger (Kruger & Dunning, 1999) è una particolare distorsione cognitiva, che si verifica quando una persona non comprende esattamente le proprie competenze ed in particolare:

Tende a sopravvalutare le proprie competenze ;

Tende a sottovalutare le proprie competenze.

Secondo i due studiosi nel primo caso, il problema deriverebbe da un giudizio errato delle proprie capacità, non riconoscendo i propri limiti ed errori, nel secondo caso da un giudizio errato sulle

sopravalutazione delle capacità degli altri. Le ricerche sull'effetto Dunning-Kruger mostrano che soggetti incompetenti miglioravano la propria abilità nell'autovalutazione a seguito di una seppur minima introduzione alla materia o alla competenza nella quale difettavano, e questo a prescindere dai risibili miglioramenti nella competenza vera e propria. Ricerche successive indicarono come causa principale del fenomeno il fatto che, a differenza degli individui più abili, gli individui meno capaci non ricevono alcun *feedback* che li convinca della necessità di migliorarsi. (Ehrlinger, Johnson, Matthew, David, & Justin, 2008)

Le emozioni

Nel processo decisionale un ruolo fondamentale viene ricoperto dalle emozioni che determinano lo stato emotivo della persona. Inizialmente si pensava che il buon decisore fosse caratterizzato da un temperamento freddo, e in quest'ottica le emozioni erano concettualizzate come un fattore di disturbo. Dagli studi di (Janis, 1972) questa impostazione è messa in discussione: infatti, spesso, prendiamo delle decisioni non perché abbiamo pianificato criticamente i costi e i benefici della nostra scelta, ma perché motivati da un determinato stato emotivo. Si riconosce alle emozioni una “funzione costruttiva nelle forme più elevate dell'esperienza umana” (Cacioppo & Gardner, 1999). Secondo tale affermazione i fattori emotivi sono fondamentali in quanto rappresentano una sorta di “barriera morale” che l'individuo non si sente di oltrepassare. Grazie alle emozioni possiamo capire anticipatamente se la scelta che stiamo compiendo sarà motivo di piacere oppure no. Anche lo stress emotivo influisce e accompagna il processo decisionale creando un conflitto più o meno intenso nell'individuo. La prima causa di stress è la mancanza di tempo disponibile per prendere una decisione riguardo alla situazione in atto. Janis&Mann (Janis & Mann, 1977) hanno presentato una teoria secondo la quale gli individui adottano dei comportamenti differenti a seconda del grado di stress al quale sono sottoposti. Per esempio, se il grado di conflitto è basso si può reagire con l'assenza di azione, poiché la preoccupazione è minima, oppure con un repentino cambiamento di condotta causato dalla mancanza di esperienza in tali circostanze. Invece, quando il conflitto è intenso, lo stress viene affrontato abbandonando il problema e rimandandolo a un momento successivo, oppure sottraendosi il prima possibile al processo decisionale che genera stress.

Il passato

Gli individui si trovano continuamente a dover prendere delle decisioni in circostanze sempre nuove. Per affrontare queste situazioni l'uomo ricorre spesso al proprio passato. Le azioni passate da una parte rappresentano il bagaglio culturale dell'individuo, dall'altra le caratteristiche della condotta, che lo spinge ad essere coerente per soddisfare le aspettative che gli altri hanno verso di lui. Così, il passato diventa esperienza a cui l'individuo può attingere quando si presenteranno occasioni future simili. Tale memoria esperienziale costituisce una sorta di guida dell'agire per non ricadere in errori già commessi. Inoltre, spesso gli individui agiscono in un determinato modo per soddisfare il proprio bisogno di riconoscimento sociale. Ogni individuo, guardando al proprio passato e osservando il proprio vissuto, può pensare di essere più o meno favorito dalla sorte. Ognuno di noi possiede quindi una determinata aspettativa rispetto alle cause che generano i propri successi o fallimenti, concetto che viene definito da (Rotter, 1954) come *locus of control*. Secondo l'importanza che attribuiamo alla fortuna nell'esito delle nostre scelte possiamo avere un locus of control interno o esterno. Quello esterno è di una persona che crede che gli eventi della propria vita dipendano da cause esterne, come il fato o la fortuna. Essa in una situazione di conflitto decisionale non è motivata a prendere una decisione in quanto l'esito è da essa indipendente. Il locus interno, invece, è proprio di quelle persone che credono nella propria capacità di controllare gli eventi e che prendono decisioni con la consapevolezza che gli esiti dipenderanno solo ed esclusivamente da queste.

L'organizzazione e la società

L'appartenenza al gruppo può inevitabilmente influenzare i comportamenti e le decisioni degli individui. Già negli anni Cinquanta (Asch, 1952) dimostrò che le pressioni del gruppo possono influenzare un individuo portandolo a conformarsi alla decisione dello stesso, pur essendo consapevole dell'erroneità della posizione del gruppo. Dai risultati della sua ricerca empirica Asch concluse che vi potevano essere tre tipi di conformismo:

- *Conformismo di deformazione percettiva*: che però si manifestava raramente, in cui le persone dicevano di aver risposto alle richieste dell'esperimento in base alla loro reale percezione, pur riportando una "confusione cognitiva";
- *Conformismo dovuto a processi di deformazione del giudizio* : le persone dichiaravano di aver messo in dubbio la loro capacità percettiva e di aver risposto come il gruppo, fidandosi più del giudizio di questo che del proprio;
- *Conformismo dovuto a processi di deformazione dinamica* : le persone, pur avendo una valutazione diversa, desideravano conformarsi al giudizio della maggioranza.

Si è, dunque, in presenza di un fenomeno di conformismo quando un individuo tende a sacrificare il proprio modo di decidere e fare a favore di quello prevalentemente adottato dal gruppo, con la finalità di farsi accettare e benvolere, per paura del giudizio altrui. L'appartenenza ad un gruppo ha di per sé un valore simbolico tanto profondo da giustificare l'influenza sociale normativa, cioè la capacità da parte del gruppo di modificare le opinioni o le scelte degli individui sulla base di una norma indicata dal gruppo stesso. Tale fenomeno è giustificato dal fatto che la sfera dell'esperienza sociale ha, inevitabilmente, un ruolo determinante, poiché è quella in cui si giocano il legame con gli altri, l'accettazione da parte del gruppo, il riconoscimento del proprio valore e del proprio modo di essere. Nei processi decisionali il gruppo diventa punto di riferimento soprattutto quando ci si confronta con una situazione ignota e sconosciuta. Uno degli studi più rilevanti sul conformismo in gruppo in situazione di ambiguità decisionale è quello di (Sherif, 1935) Sherif (1935), relativo all'emergenza delle norme di gruppo in persone impegnate collettivamente nella valutazione di situazioni percettive ambigue. L'esperimento di Sherif sull'effetto autocinetico ha dimostrato che in situazione di incertezza, in mancanza di informazioni chiare e precise, la decisione di un membro del gruppo può essere influenzata dalla posizione del gruppo (influenza sociale informativa). I risultati degli esperimenti furono considerati un effetto della normalizzazione, ovvero dell'adeguamento da parte dei membri del gruppo a una norma comune. La valutazione espressa in gruppo, anziché individualmente, era alla base del fenomeno di conformismo osservato, e influenzava la valutazione delle persone nella direzione della norma stabilita dal gruppo. La spiegazione data dallo studioso fu che la convergenza verso la stima comune nella situazione di gruppo non era influenzata dal fatto che le persone cercavano di compiacere pubblicamente gli altri,

ma dal fatto che il giudizio degli altri veniva utilizzato come ulteriore fonte di informazione in una situazione di stimoli sensoriali ambigui. In queste circostanze, le persone erano portate a pensare che il gruppo dovesse avere ragione. Per quanto riguarda l'influenza informativa si può parlare di conformismo dovuto a una dipendenza cognitiva. Nel caso invece dell'influenza normativa si parla di dipendenza sociale (Deutsch & Gerard, 1955). In entrambi i casi studiati le pressioni sociali esercitate dal gruppo su ogni singolo membro possono essere talmente forti da indurre le persone a cambiare atteggiamenti, scelte e comportamenti (Tesio, 2006).

Esistono diversi metodi per limitare le distorsioni che le dinamiche relazionali e affettivo-cognitive possono provocare. Di seguito saranno descritte le principali strategie per contenere questi fenomeni e sollecitare i membri del gruppo di lavoro a prendere in considerazione e discutere le informazioni critiche. Come nei casi precedenti, per una trattazione completa si rimanda a testi specialistici di psicologia cognitiva.

Formare una Mentalità Controfattuale⁴ per la mitigazione dei rischi

Significa favorire nei membri del gruppo decisionale una riflessione sui pensieri controfattuali. Kray e Galinsky evidenziano come l'aver stimolato i membri del gruppo ad attivare questo tipo di pensieri avesse aumentato la propensione a impegnarsi in "simulazioni mentali", cioè ad impegnarsi nel costruire scenari su cosa sarebbe potuto accadere in quella situazione, a considerare un maggior numero di alternative rispetto a quelle inizialmente prese in considerazione, a cercare anche informazioni che potessero disconfermare le ipotesi elaborate, a prendere in considerazione tutte le informazioni disponibili, anche quelle possedute da un solo membro. Tale modalità di pensiero aumenta l'accuratezza della decisione collettiva finale, anche se i membri del gruppo possono non averne consapevolezza e tendono a sentirsi meno sicuri della correttezza della loro decisione rispetto a gruppi in cui non viene attivato un pensiero controfattuale.

1. ⁴ Con Controfattuale si intende un tipo di ragionamento che considera fatti che non si è verificato di fatto, che viene solo ipotizzato o immaginato. Può essere riassunto nella domanda "Cosa succederebbe se..."

Stimolare il dialogo e il conflitto cognitivo

La presenza di opinioni divergenti e la gestione aperta di queste, genera un maggior numero di ipotesi e scambio di informazioni, inducendo a prendere in considerazione anche le ipotesi minoritarie. Tale strategia non è esente da limiti. Infatti, i gruppi con atteggiamenti molto divergenti dichiarano una minor soddisfazione per il modo di lavorare e per i risultati che possono condurre a una crescita di turn-over, e sono inoltre più lenti nel decidere e nell'implementare le decisioni. (Shulz-Hardt, Brodbeck, Mojzisch, Kerschreiter, & Frey, 2006), attraverso un esperimento di simulazione condotto con team di lavoratori di imprese pubbliche e private, analizzarono le differenze tra conflitto "autentico", cioè legato alla effettiva presenza nel gruppo di opinioni divergenti, e conflitto provocato attraverso tecniche quali ad es. "l'avvocato del diavolo": i risultati mostrano che, almeno nel breve termine, quest'ultimo appare meno efficace nel limitare le semplificazioni nei processi di ricerca collettiva delle informazioni e, in particolare, *il confirmation bias*. Tali ricerche offrono alcuni risultati applicativi interessanti sui criteri per costruire i gruppi di lavoro. In primo luogo si conferma l'importanza della diversità. Creare gruppi di lavoro eterogenei può aumentare la capacità elaborativa del gruppo e la qualità delle sue decisioni. Tuttavia i gruppi eterogenei al loro interno tendono a sentirsi meno fiduciosi nella correttezza dell'opzione preferita, sono più insoddisfatti e con tassi più elevati di turnover. La dimensione di eterogeneità che meglio sembra contenere questi rischi è la diversità nel background formativo, mentre le differenze di età e di ruolo sembrano aumentare l'insoddisfazione. In secondo luogo, si ribadisce la necessità che tale diversità sia gestita: è importante infatti che le differenze di opinione siano espresse durante la discussione in maniera libera e senza timori di conseguenze grazie al supporto di un leader con funzioni di facilitatore.

Potenziare la capacità riflessiva del gruppo

La presa di decisione nei gruppi di lavoro e nelle organizzazioni si può caratterizzare come un complesso processo di sensemaking⁵ (Weick, 1988), di costruzione sociale di significati che attraversa le diverse fasi del processo (selezione e la definizione del problema; definizione dei

⁵ E' il processo attraverso cui gli individui danno un senso all'esperienza

criteri di valutazione; generazione e valutazione delle alternative; scelta, implementazione e valutazione della decisione) (Tesio, 2006). In ciascuna di queste fasi i membri del gruppo entrano in relazione tra loro sulla base di idee, convinzioni consapevoli, ma anche sulla base di assunti e presupposizioni, più o meno condivisi, spesso taciti e inconsapevoli, dati per scontati, che inducono a trascurare alcune opzioni e a valorizzarne altre. È importante che tale processo interpretativo possa, in alcune occasioni, diventare consapevole: il controllo delle premesse (Weick, 1988) e la chiarificazione dei valori (Tosi, Rizzo, & Mero, 2000) diventano allora capacità importanti per il gruppo per sviluppare un pensiero critico. Si tratta di aprire uno spazio durante o alla fine del processo decisionale per interrogare le proprie assunzioni, le proprie credenze e sviluppare un'autocomprensione dei criteri in base a cui il gruppo sta definendo il problema e costruendo la decisione.

Promuovere la Comprensione intrasoggettiva

Si è visto come un'interazione efficace sia il risultato di una costruzione condivisa della situazione da parte dei membri del gruppo. Tale costruzione non fa riferimento solo al “pensare nello stesso modo”, ma comprende anche la capacità di ogni membro di usare la conoscenza di cosa l'altro sa della situazione, di come l'altro pensa e legge l'informazione a disposizione, di quale convinzione, idea o emozione provochi in lui una determinata reazione per prevedere i suoi comportamenti e crearsi aspettative coerenti su come comportarsi. Questa costruzione condivisa viene definita da (Hutchins, 2006) “comprensione inter- soggettiva”. Tale comprensione intersoggettiva è facilitata laddove gli attori sono membri di una “comunità di pratica” (Wenger, 2002). In alcune situazioni “la condivisione intersoggettiva di rappresentazioni di aspetti della situazione mai esplicitati da nessuno degli attori” (Hutchins, 2006) è possibile anche senza che in precedenza ci sia stata alcuna interazione tra quegli specifici attori, perché esistono conoscenze strutturate pregresse, procedure formalizzate, teorie di riferimento accettate in modo omogeneo dalla comune comunità di riferimento dei membri. In altre situazioni invece queste condizioni non si danno nelle fasi iniziali di vita del team: non vi sono conoscenze e teorie di riferimento omogenee, accettate da tutti i membri che producono comportamenti simili e quindi prevedibili. In molti contesti, soprattutto nei team professionali, la dimensione interpretativa è molto più accentuata e ciò richiede che siano creati appositi dispositivi per promuovere una comprensione

intersoggettiva delle rappresentazioni della situazioni: essa infatti nasce e si sviluppa nel corso dell'interazione quotidiana tra quegli specifici membri del team nell'ambito dell'impresa comune in cui sono impegnati e non può essere data per scontata prima che l'interazione avvenga. Ciò richiede di sviluppare e sostenere la capacità o disponibilità di rappresentarsi gli stati mentali propri e altrui, di interrogarsi su cosa l'altro sa e di utilizzare tali stati mentali per predire il comportamento degli altri. Tale processo di attribuzione ha componenti sia cognitive sia emotive in quanto richiede di tollerare e accettare come legittimo il punto di vista degli altri e di incorporare le prospettive altrui nella propria interpretazione delle questioni. Non si tratta solo di una capacità individuale, poiché in alcuni contesti la possibilità di accettare la parzialità della propria rappresentazione e la compresenza di posizioni, attese, interessi diversi e contrastanti è inibita. Nelle culture di gruppo o organizzative che temono il conflitto, il dialogo tra posizioni diverse è percepito come pericoloso e non viene quindi valorizzato. Collegandoci a quanto detto in precedenza, promuovere una comprensione intersoggettiva nel team richiede di sostenere un funzionamento riflessivo del gruppo in cui la consapevolezza delle assunzioni e delle credenze con cui sta operando passi attraverso il riconoscimento delle molteplici rappresentazioni con cui lo stesso sta affrontando il compito e la disponibilità a investire energie per esplicitarle, percepirle nella loro parzialità, utilizzarle per interagire. Si tratta di imparare a conversare in modo riflessivo con la propria mente e la mente altrui (Gilardi e Pezzotta, 2005) predisponendo uno spazio di lavoro decisionale che renda tale conversazione fattibile. Lo sviluppo delle capacità descritte e l'espressione costruttiva del dissenso richiede la presenza di due condizioni:

- *una cultura di gruppo* in cui il dialogo e il confronto siano concepiti come parte integrante del processo decisionale;
- *una leadership* capace di incoraggiare e sostenere il dibattito: il responsabile del gruppo di lavoro capace di sostenere il processo decisionale è descritto come un facilitatore/moderatore, attento non tanto a esprimere il proprio parere in anticipo e prima degli altri, rischiando così di bloccare la produzione di idee, quanto a gestire il confronto, sollecitando l'emergere di una chiara e condivisa definizione del problema, la generazione di alternative di soluzione, l'esplicitazione dei criteri di valutazione, la valorizzazione dell'eventuale disaccordo, la connessione con gli

obiettivi di lavoro e con il contesto in cui si sta operando.

Generalizzazione dei Rischi di un Processo Decisionale

Di seguito si descriveranno brevemente i rischi del processo decisionale identificati: rischio legato alla possibilità di mancanza di informazioni e rischio legato alla presenza di informazioni contraddittorie. Nel prossimo capitolo si procederà ad una trattazione analitica di tali rischi attraverso la Logica Paraconsistente. Nel terzo capitolo i rischi saranno gestiti attraverso il Metodo Butterfly. che sono stati id di gruppo sono stati isolati due rischi.

Contraddizione

Nell'ambito di questo lavoro di ricerca, per contraddizione, indicheremo il rischio derivante dalla presenza di informazioni e/o giudizi contraddittori all'interno di un processo decisionale. Nel prossimo capitolo analizzeremo maggiormente in dettaglio questo concetto parlando di Logica Paraconsistente. Per completezza, in Logica, si parla di *contraddizione*, quando si identifica una proposizione con il suo contrario⁶

Indeterminazione

Per indeterminazione in un processo decisionale, indichiamo il rischio derivante uno status in cui un giudizio, non riesce ad essere espresso a causa di mancanza dati/informazioni tali da giustificare un sufficiente grado di certezza sugli eventi e processi oggetto dell'analisi. E' una condizione di incertezza per mancanza di evidenza quali base per le valutazioni del processo decisionale

⁶ Cioè, si è in una status contraddittorio, quando si considera una proposizione logica attualmente identica al proprio opposto

Qualità del processo decisionale

Prendere una decisione è un processo complesso, che ha implicazioni di carattere operativo e razionale, relative a cosa e a come decidere, e di carattere emotivo e affettivo, che si collegano al timore di decidere una soluzione errata o, al contrario, di tralasciare una soluzione molto utile. Per tale motivo, al fine di garantire un processo decisionale che avvenga in condizioni ottimali, che ne permettano di definire la “qualità”, il processo dovrà avere le seguenti caratteristiche:

1. **EFFICACE** In termini di efficacia, cioè volto al miglior raggiungimento possibile degli obiettivi del problema decisionale;
2. **EFFICIENTE** In termini di efficienza, cioè che utilizzi in maniera ottimale le risorse decisionali, ovvero tempo e know-how;
3. **ESAUSTIVO** , Esaustivo, cioè in grado di analizzare e considerare tutti i dati e dunque gli scenari possibili compatibilmente con i vincoli di tempo e risorse del processo.
4. **TRACCIABILE** In termini di tracciabilità, ovvero la possibilità di ricostruire il processo e gli elementi che hanno determinato le scelte ;
5. **MISURABILE** Misurabilità, ovvero la possibilità di poter misurare l’efficacia delle decisioni prese
6. **MITIGABILE** Mitigazione e controllo rischi dei rischi legati alle distorsioni cognitive e ai fattori che potrebbero influenzare il processo decisionale.

Non è scontato che il gruppo faciliti il processo decisionale o che sia più efficace in termini temporali e di analisi costi-benefici. Spesso si assiste a decisioni di gruppo con conseguenze disastrose, nonostante la competenza e la preparazione dei singoli membri, come mostrato nel lavoro di Janis, *Victims of Groupthink* (Janis I. L., 1972). Secondo (Lewin, 1948) il gruppo è più e meno della somma delle parti. In base a questa affermazione, relativamente al processo decisionale, il gruppo può essere talvolta più efficace dei singoli, in termini di ricchezza, confronto, riflessione, ma meno efficace a causa di meccanismi e fenomeni distorsivi che caratterizzano la vita dello stesso gruppo. I vantaggi della decisione di gruppo sono:

- la base di conoscenza più ricca e la prospettiva più ampia (qualità della decisione);

- la possibilità di distribuzione dei compiti e l'influenza sul morale dei membri coinvolti nel processo decisionale;
- la maggiore propensione al rischio rispetto alla decisione dei singoli individui o l'eccessiva estremizzazione verso posizioni meno rischiose;
- la maggiore creatività grazie all'interazione di prospettive diverse;
- la maggiore disponibilità all'applicazione delle decisioni da parte dei membri del gruppo.

Gli svantaggi della decisione di gruppo sono:

- il costo (dispersione delle risorse) e la lentezza del processo decisionale;
- la probabilità che la decisione sia poco efficace perché cerca di conciliare con un compromesso le opinioni di tutti i membri del gruppo;
- l'impossibilità di rendere responsabili i gruppi delle decisioni che prendono ;
- la difficoltà di comunicazione e di condivisione con gruppi particolarmente ampi.

Dunque, visto che il gruppo non è dato per scontato che sia il luogo spazio-temporale perfetto per la presa di decisione, potendo da un lato essere un luogo virtuoso, funzionale ed efficace dove viene condivisa conoscenza, dall'altro può essere un luogo di scelte sbagliate, affette da distorsioni cognitive. Va inoltre considerato che le decisioni prese con il metodo del consenso, sono maggiormente dispendiose in termini di tempo, fatica e stress dovute al dialogo, ascolto ed al rapporto tra singolo e collettività.'

1.5 I sistemi Informatizzati di Supporto ai processi Decisionali: Sviluppo, Architetture Principali e Limiti

I sistemi di supporto alle decisioni sono strumenti che permettono di estrarre, in tempi brevi e in modo flessibile da un' enorme mole di dati, le informazioni che servono a supportare e migliorare efficacemente il processo decisionale. La pianificazione dei processi avviata con metodologie scientifiche, con l'uso di strumenti informatici e con criteri di tipo proattivo, che mirano a prevedere e risolvere anticipatamente l'emergere di situazioni anche non prevedibili, è la base di supporto fondamentale a qualunque processo decisionale. Per pianificare l'organizzazione in modo

integrato è fondamentale raccogliere ed elaborare tutti i dati e trasformarli in informazioni di alta qualità, facendo in modo che esse siano disponibili al momento giusto e alle persone giuste attraverso un loro corretto flusso.. Con il crescere della complessità organizzativa e gestionale la mole dei dati interessanti e prodotti da un'organizzazione si fa sempre più complessa la sua gestione ed elaborazione è impensabile senza l'ausilio di sistemi informatici altamente sofisticati. Ogni decisione è guidata da valutazioni in termini di ricavi, costi e rischi, da considerazioni su ciò che è più efficiente in termini di costo, da confronti tra scelte alternative. Le possibili alternative non vanno considerate singolarmente, ma occorre poterle confrontare, per fare ciò è necessario avere supporti informatici che permettano di memorizzare i dati, aggregarli, rappresentarli, confrontarli e simulare, attraverso le diverse elaborazioni, situazioni reali. I primi sistemi informativi computerizzati, introdotti intorno agli anni '50, furono i Transaction Processing Systems (TPS). Questi servivano per gestire le attività aziendali ripetitive svolte ai livelli più bassi dell'organizzazione come la fatturazione e la gestione degli stipendi. Grazie a tali sistemi si era in grado di accumulare grosse quantità di dati in tempi ragionevoli e a costi ridotti. In seguito, con lo sviluppo della tecnologia informatica e della crescita della capacità di elaborazione dei calcolatori, furono introdotti i Management Information Systems (MIS) che avevano lo scopo di fornire un supporto ai livelli organizzativi più alti dell'organizzazione aziendale. I MIS producevano dei report predefiniti, standardizzati e generati periodicamente. Tipicamente, tali report contenevano informazioni ottenute estraendo in maniera appropriata ed, eventualmente, aggregando secondo criteri prestabiliti, i dati contenuti nei TPS. In tali report predefiniti e standardizzati non tutte le informazioni erano utili al manager per le attività di pianificazione e controllo e la loro mole rendeva difficile individuare in tempi brevi quelle realmente necessarie oppure mancavano proprio le informazioni indispensabili. Il passo successivo fu, quindi, di adottare un approccio completamente diverso: invece di impegnarsi a stabilire quali e quanti tipi di informazioni dovessero essere presenti nei report per fornire supporto ai manager, ci si concentrò sugli strumenti che potevano essere utili agli stessi per usare nel modo migliore le informazioni durante il processo decisionale. Era importante fornire ai manager un accesso veloce e mirato alla base di dati aziendale e dar loro la possibilità di eseguire elaborazioni analitiche sui dati secondo criteri non fissati a priori. Riflettendo sul significato di supporto alle decisioni, ci si rese conto che supportare le attività manageriali significava usare dati che riguardavano l'azienda nel suo complesso e che derivavano spesso dall'aggregazione di dati specifici. I dati specifici erano quelli contenuti nel

database aziendale che aveva lo scopo di memorizzare i dati provenienti dalle operazioni di transazione e che erano gestiti dal TPS. Si intuì che era utile creare un nuovo database (data warehouse) a partire dai dati contenuti nel database aziendale, ma separato dallo stesso, e destinato agli usi specifici del supporto alle decisioni. Questo nuovo database doveva contenere dati già opportunamente aggregati secondo determinati criteri. Ovviamente servivano anche degli strumenti software che permettessero di elaborare in modo analitico le informazioni aggregate contenute nel nuovo database così da supportare diversi modelli e stili decisionali. Nacquero così i Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS). Successivamente, parallelamente allo sviluppo dei DSS, nacquero i Sistemi Esperti (ES). Gli ES possono essere utilizzati come supporto al processo decisionale in quanto forniscono al manager le conoscenze specifiche in determinati campi applicativi, conoscenze che il manager in genere non possiede e per le quali avrebbe dovuto ricorrere ad esperti esterni all'azienda. Il passo successivo fu l'integrazione delle due tecnologie DSS e dei ES. I sistemi risultanti presero il nome di Knowledge-based DSS (KDSS). I KDSS sono in grado di elaborare dati attraverso modelli matematici, compito tipico dei DSS, e trasformano tali risultati in opinioni, valutazioni e consigli attraverso un processo di ragionamento simbolico, tipico degli ES. Per completare tale panoramica occorre far riferimento ad un altro tipo di sistemi noti come Executive Information Systems (EIS). Tali sistemi supportano il top management nel processo decisionale fornendo informazioni in tempo reale attraverso un'interfaccia molto amichevole e intuitiva. Gli EIS sono quindi DSS destinati ai livelli più alti dell'organizzazione aziendale. Sono più facili da usare dei DSS, ma meno flessibili.

I Decision Support Systems

I DSS sono divenuti un'area culturale della ricerca scientifica grazie al lavoro di Gorry e Scott Morton nei primi anni '70, i quali evidenziarono l'utilità e le potenzialità di questi sistemi. L'acronimo DSS sta per:

- *Decision*: indica l'attenzione rivolta ad attività decisionali e a problemi direzionali;
- *Support*: indica che le tecnologie informatiche sono di aiuto nel prendere le decisioni, ma non si sostituiscono al decisore, il quale rimane il vero protagonista;
- *System*: evidenzia che questi strumenti mirano all'integrazione tra utenti, macchine e

metodologie di analisi.

I DSS, attraverso procedure interattive, forniscono al decisore:

- La disponibilità di tutte le informazioni necessarie per la comprensione del problema;
- La possibilità di esplorare i dati secondo i diversi punti di vista, in base alle esigenze dello stesso utente ;
- La possibilità di valutare gli scenari conseguenti alle scelte compiute.

A partire dagli anni 80' un sistema di Supporto alle decisioni viene definito come un sistema informatico interattivo che aiuta i decision maker a utilizzare dati e modelli per risolvere problemi semi-strutturati e non strutturati (Vercellis, 2006).

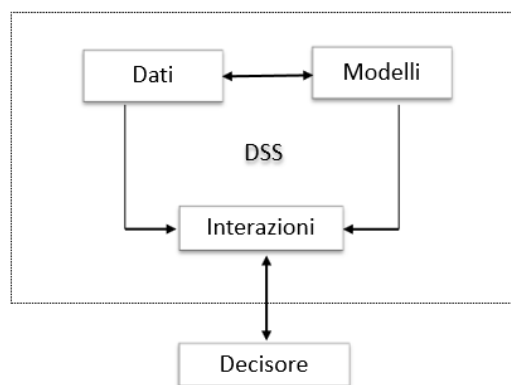


Tabella 6 Struttura di un sistema di supporto alle decisioni (Vercellis, 2006)

Essi danno supporto ai manager e a tutti quelli che devono prendere decisioni strategico/operative di fronte a problemi poco strutturati o non strutturati (che non possono essere risolti con i modelli offerti dalla ricerca operativa). Tali sistemi devono permettere analisi ad-hoc sui dati e l'uso di modelli quantitativi finanziari, statistici e della ricerca operativa. Il principale scopo di un DSS è di permettere di estrarre, in tempi brevi e in modo flessibile, da una grossa mole di dati le informazioni che servono a supportare e migliorare in termini di efficacia il processo decisionale. Occorre innanzitutto separare i dati generati dalle operazioni di gestione (contenuti nel database aziendale o operational database) dai dati utili ai processi decisionali dell'azienda (contenuti nel data warehouse). Ovviamente il data warehouse deve contenere non un sottoinsieme dei dati del database aziendale, ma una versione di tali dati ottimizzata per analisi focalizzate sui dati aggregati e sulle tendenze piuttosto che sulle singole operazioni di gestione. I dati devono quindi essere

memorizzati a diversi ed appropriati livelli di aggregazione. Il decisore deve poter analizzare i dati contenuti nel data warehouse in tempo reale, da diversi punti di vista e a diversi livelli di aggregazione. I Componenti di un DSS sono:

- DATA MANAGEMENT SUBSYSTEM: include il data warehouse che contiene i dati rilevanti per le decisioni e il software per la gestione di quest'ultimo.
- MODEL MANAGEMENT SUBSYSTEM: è un pacchetto software che contiene i modelli e il software per gestirli. Rappresenta il cuore analitico del sistema. I modelli permettono di descrivere la realtà complessa del problema. Oltre alla costruzione dei modelli, devono essere messi a disposizione dell'utente strumenti per testare un modello e per effettuare simulazioni.
- DIALOG MANAGEMENT SUBSYSTEM: è il sottosistema che gestisce la comunicazione tra utente e sistema. Deve garantire la semplicità d'uso del sistema attraverso menu e comandi intuitivi.

Le metriche di valutazione di un DSS possono essere distinte in due categorie principali basate su:

- ✓ Efficacia: espressione del grado di conformità di un sistema agli scopi per i quali è stato progettato (esempi di indicatori: volumi produttivi, vendite settimanali, rendimenti per azione)
- ✓ Efficienza : esplicitazione delle relazioni ricevute/prodotte dal sistema (esempi di indicatori: quantità di risorse impiegate, tempo di realizzazione, tempo di reazione alle richieste dell'utente).

I principali vantaggi offerti dall'utilizzo di un sistema di supporto alle decisioni sono:

- una maggiore efficacia delle decisioni;
- una maggiore consapevolezza e una migliore comprensione del sistema analizzato e del problema affrontato;
- la possibilità di eseguire analisi di scenario e analisi what-if variando le ipotesi e i parametri dei modelli matematici;
- un aumento della capacità di reagire tempestivamente a situazioni impreviste;

- una valorizzazione dei dati disponibili;
- un miglioramento della comunicazione e del coordinamento tra individui e parti dell'organizzazione;
- una maggiore efficacia nello sviluppo del lavoro di gruppo;
- una maggiore affidabilità dei meccanismi di controllo, in virtù della trasparenza dei processi decisionali. (Vercellis C. , 2006).

Expert Systems

Un Sistema Esperto è un insieme di programmi per computer che funzionano analizzando le informazioni attraverso regole o euristiche per prendere decisioni. Si tratta di un programma specifico per valutare e agire su alcune tipologie di problemi e il suo obiettivo principale, interagendo con l'utente, è di aiutarlo a trovare delle soluzioni con rapidità e precisione. Un'applicazione del concetto di Sistema Esperto, può essere ad esempio un'azione su un processo di automazione e di controllo su una macchina utensile. Nella progettazione di un ES sono coinvolti tre soggetti principali:

1. L'esecutore che è l'utilizzatore finale ,cioè colui che andrà effettivamente ad utilizzare il sistema che lo aiuterà a risolvere un problema e a prendere decisioni;
2. Lo sviluppatore, un tecnico responsabile della programmazione e manutenzione del sistema;
3. Lo specialista, che conosce bene il dominio del problema e costruisce la base della conoscenza.

Un Sistema Esperto viene progettato e sviluppato per rispondere ad una particolare e limitata applicazione della conoscenza umana e, a partire da una base di informazioni, è in grado di emettere una decisione supportata da dati noti. Quindi, gli algoritmi computazionali che costituiscono il Sistema Esperto hanno bisogno di rappresentare la conoscenza nel campo d'indagine che ci si propone di analizzare e così dimostrare di essere capaci di aiutare l'utente a risolvere i problemi. La precisione dei risultati ottenuti con un ES dipende dalla capacità di acquisire la conoscenza e dalla modalità di trasferimento di tali informazioni in un linguaggio informatico.

Per applicare un sistema esperto in Automazione e Controllo la conoscenza del dominio di indagine è rappresentato dal modello matematico del sistema di controllo. Le informazioni del modello matematico devono avere un trattamento adeguato per essere adeguatamente valorizzate.

Algoritmi specializzati manipolano i valori rappresentativi delle informazioni e restituiscono una risposta consistente in grado di agire nel controllo e nell'automazione della macchina.

In genere le risposte di un Sistema Esperto possono essere di tre tipi:

1. *Imprecise*: In tale caso il sistema esperto determina un intervallo di valori in cui si può trovare la risposta. Senza affermare nulla di preciso, questa prima informazione serve solo per identificare in modo ampio dove si potrà trovare la risposta. Tali risultati indicano un intervallo di valori in cui cade la risposta e l'analisi segnala che è inutile cercare la risposta fuori da questo intervallo.
2. *Precise*: In questo caso il Sistema Esperto emette un risultato finale che è focalizzato su un valore o un piccolo numero di risposte nella serie di valori possibili.
3. *Diagnostiche*: in questo caso il Sistema Esperto non emette nessun risultato esatto, ma rappresenta una risposta probabile per interagire col professionista che lo sta usando, presentando la risposta probabile. Il funzionamento diventa come un dialogo tra due professionisti che collaborano per cercare di risolvere le varie situazioni che sorgono. In questo tipo di risposte l'ES, man mano che si verificano tali situazioni, immagazzina le informazioni in una banca dati in cui sono elencate le varie conseguenze che saranno prodotte per la presa di decisione. Queste informazioni sono presentate dal SE man mano che sorgono nuove situazioni provocate dall'interazione con l'utente.

L'utente, affinché un Sistema Esperto sia utile, deve conoscere i metodi di ragionamento utilizzati nella risoluzione del problema. Così, oltre alla capacità di svolgere il proprio compito principale di analizzare e fornire risultati, un Sistema Esperto ideale dovrebbe essere in grado di spiegare il metodo di ragionamento in modo che l'utente possa interagire con un determinato grado di fiducia, acquisendo conoscenza e rettifiche. In generale un Sistema Esperto ideale, oltre a trarre conclusioni, dovrebbe avere la capacità di apprendere e memorizzare nuove conoscenze per migliorare la sua capacità di ragionamento e la qualità delle decisioni.

L'acquisizione di una conoscenza dettagliata è utilizzata dall'esperto per risolvere i problemi e poi trasformare e trasferire queste informazioni ad un software. Ciò è fondamentale per lo sviluppo di Sistemi Esperti efficienti e necessita del coinvolgere tutti gli attori interessati.

Le principali fasi dell'acquisizione della conoscenza sono:

1. Definizione o analisi iniziale: decidere di quali conoscenze si ha bisogno;
2. Elicitazione della conoscenza: ottenere la conoscenza prevalentemente da persone esperte, ed interpretarla in maniera corretta ;
3. Rappresentazione della conoscenza: codifica della conoscenza nel linguaggio interno del sistema.

Potenziali fonti di conoscenza sono: gli esperti umani (fonte primaria), libri di testo, database storici, documenti, e relazioni sulle esperienze, studi sui modelli. Quando la fonte di conoscenza è una persona l'attività principale è la collaborazione tra lo sviluppatore e colui che fornisce la conoscenza. In tal caso entrambi interpretano la situazione e adeguano le loro risposte adattandole alla modellizzazione e all'introduzione nel Sistema Esperto. I progetti dei Sistemi Esperti spesso si trovano di fronte a situazioni in cui l'acquisizione della conoscenza deve essere fatta in base a dati non completi ed esatti. In questi casi il progetto di trattamento delle informazioni deve essere preparato per gestire tali situazioni avverse.

Gli ES che hanno a che fare con la conoscenza incerta dovrebbero essere capaci di rappresentare, manipolare e comunicare dati considerati imperfetti. Il più delle volte i dati chiamati imperfetti comprendono quelli che rappresentano informazioni imprecise, inconsistenti e anche incomplete. La presenza di incertezza nei dati di un sistema basato sulla conoscenza può essere causata da varie fonti di informazione. Tra queste sono presenti un' affidabilità parziale, un'imprecisione inerente al linguaggio di rappresentazione nel quale l'informazione è espressa, incompletezza di informazioni, oppure quando le informazioni provengono da più fonti. Nell'area del trattamento della conoscenza incerta ci sono diversi modelli logici disponibili ma in molti casi questo processo è stato fatto con il sostegno di rappresentazioni e combinazioni di regole che non sono supportate da una semantica ben definita. Tra questi i più tradizionali per la modellizzazione e il trattamento delle incertezze sono:

1. La teoria di Bayes
2. Fattore di certezza, basato sulla teoria della conferma
3. Teoria di Dempster-Shafer
4. Teoria della probabilità
5. Ragionamento default
6. Teoria degli insiemi approssimati

Un sistema decisionale dovrebbe essere abbastanza solido e ben fondato per rispondere a criteri teorici, per cui necessitano di essere sostenuti da una teoria dell'incertezza adeguata che renda possibile entro certi limiti verifiche, indipendentemente dal campo di applicazione. Sulla base di queste considerazioni un sistema di valutazione dell'incertezza deve seguire alcuni criteri che possono essere così classificati:

1. Il sistema deve essere in grado di generare risultati che hanno una buona interpretazione: cioè i risultati del trattamento dell'incertezza devono essere significativi, chiari e sufficientemente precisi tali da giustificare le conclusioni. Così il risultato deve essere indicato chiaramente e con precisione in modo che il sistema possa completare e attivare le azioni corrispondenti. La chiarezza e la precisione permettono di stabilire le regole con cui combinare i risultati e aggiornare i valori.
2. Il sistema deve essere in grado di gestire l'imprecisione: il trattamento dell'incertezza deve essere in grado di modellare l'ignoranza parziale o incompleta delle informazioni limitate, o in conflitto così come dichiarazioni inesatte di incertezza.
3. Il sistema deve essere capace di permettere il calcolo di valori incerti: nel calcolo dei risultati per il trattamento delle incertezze devono esserci regole per combinare i valori, aggiornarli dopo nuove informazioni e usarle per calcolare altre incertezze che offrono sussidio al processo decisionale.
4. Il sistema deve essere in grado di fornire risultati consistenti: nel trattamento dell'incertezza il sistema dovrebbe fornire metodi che permettano di verificare la consistenza di tutte le dichiarazioni di incertezza e di tutte le ipotesi di default. Le regole di calcolo devono garantire che le conclusioni siano in linea con tutte le dichiarazioni e supposizioni sostenute dal metodo di trattamento di incertezza utilizzato.
5. Il sistema deve avere una buona computazionabilità dei dati: il trattamento dei valori di incertezza deve essere calcolabile per il sistema di regole di inferenza e trarre conclusioni. Nell'elaborazione dei dati con valori incerti, il sistema dovrebbe consentire una combinazione di valutazioni qualitative con valori quantitativi di incertezza.

Gli esperti umani sono capaci di raggiungere un elevato grado di prestazione nelle proprie aree di competenza. Sulla base di queste considerazioni si è pensato di utilizzare un computer per costruire sistemi esperti. Un Sistema Esperto è un insieme di programmi che utilizza una conoscenza specifica del campo di un problema ed emula una metodologia e l'agire di uno specialista per

ottenere soluzioni di problemi in questo campo. I Sistemi Esperti non necessariamente imitano la struttura della mente umana, né i meccanismi dell'intelligenza, si tratta di programmi che utilizzano strategie euristiche sviluppate dagli uomini per la risoluzione di particolari problemi. Appartengono ad un tipo di programmi nel campo dell' IA e hanno contribuito al successo di questo settore attraverso vari prodotti commerciali e le loro applicazioni. Possono essere utilizzati in un impianto di produzione, ad esempio nell'automazione e controllo di un utensile. La conoscenza insita in un sistema esperto è un punto chiave nella sua costruzione e di solito è frutto del lavoro di ingegneri, per questo sono consultati specialisti della disciplina e si cerca di codificare in un linguaggio formale tutte le conoscenze acquisite per risolvere i problemi.

I problemi che possono sorgere nell' utilizzo di un Sistema Esperto sono:

- Interpretazione: arrivare a conclusioni a partire da dati
- Previsioni: proiezioni conseguenze di situazioni
- Diagnosi e correzioni: per determinare le cause del malfunzionamento del sistema, e prescrivere e implementare soluzioni
- Progetto: configurare componenti al fine di raggiungere un obiettivo
- Pianificazione: ottenere la sequenza di passi per raggiungere l'obiettivo
- Monitoraggio: confrontando il comportamento di un sistema con quello che sarebbe previsto
- Esercitazioni: individuare e correggere le carenze, e assistere i processi di apprendimento
- Controllo: governare il comportamento di un sistema

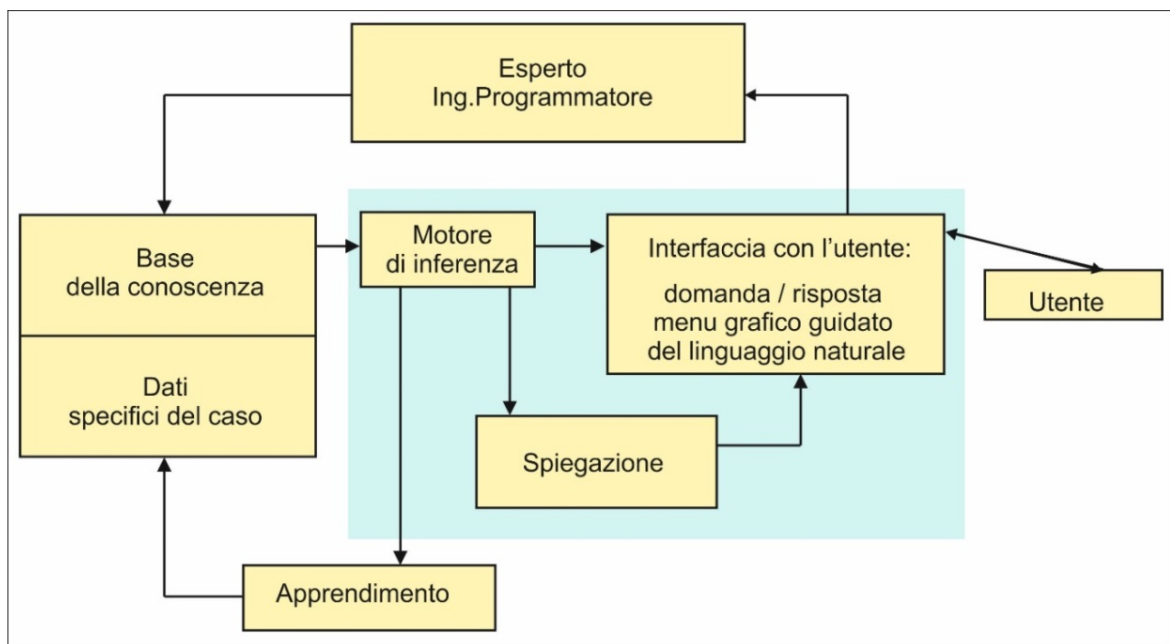


Figura 3 Sistemi Esperti: Architettura Tipica-1

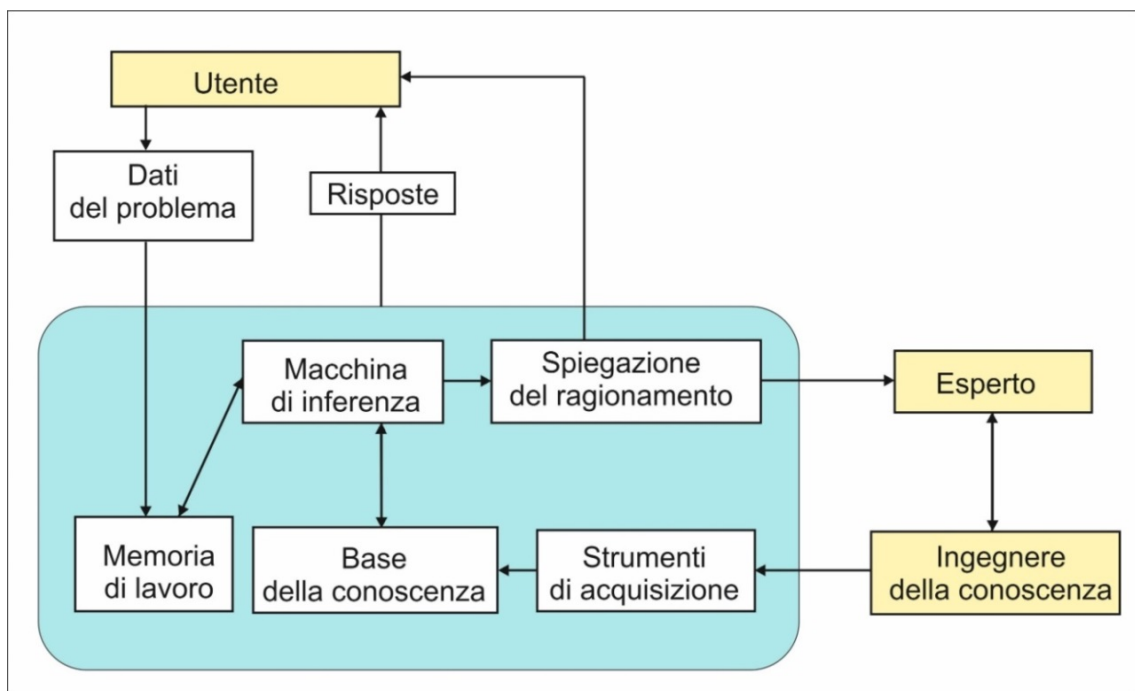


Figura 4 Sistemi Esperti- Architettura di un Sistema basato sulle regole-2

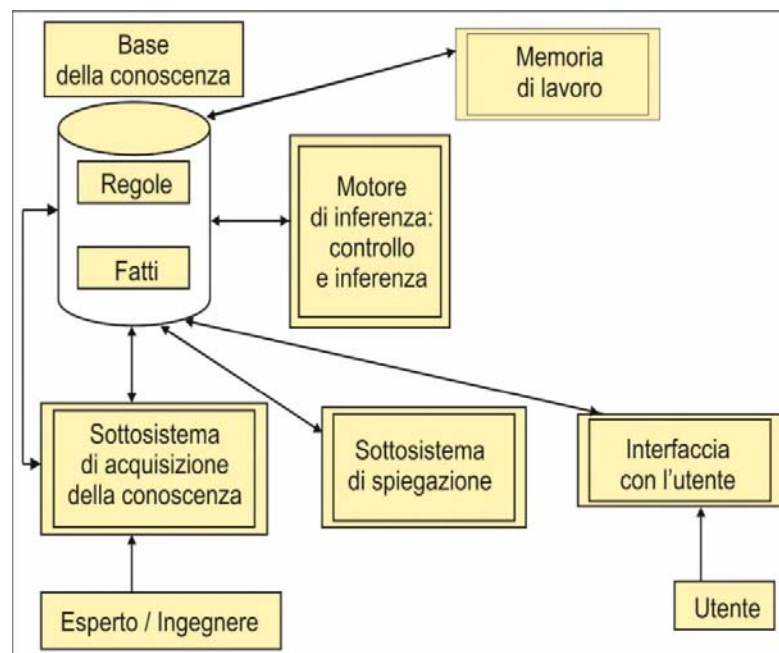


Figura 5 Sistemi Esperti: Architettura di un Sistema con banca dati-3

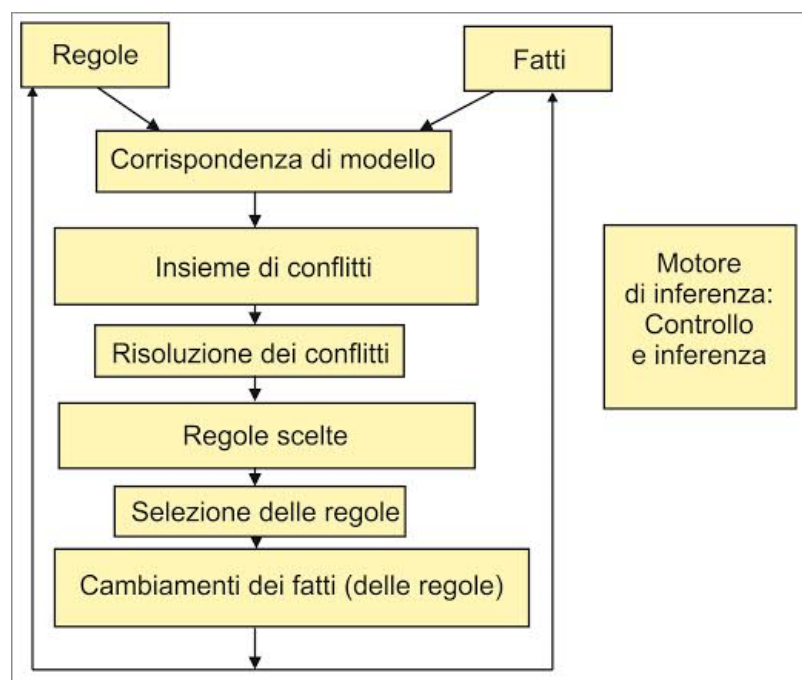


Figura 6 Sistemi Esperti: Motore di Inferenza

Lo sviluppo di un ES coinvolge l'ingegnere, l'esperto della materia, lo specialista del campo del problema e l'utente finale. Il processo richiede :

- la creazione veloce del prototipo
- la metodologia incentrata sul cliente
- successive interazioni nelle quali le possibilità sono messe alla prova per futuri utilizzatori



Figura 7 Sistemi Esperti: Sviluppo di un ES

I vantaggi di un Sistema Esperto sono:

- Creazione di un sistema di conoscenza
- Crescita della produttività e qualità
- Abilità di risolvere problemi complessi
- Flessibilità e modularità
- Funzionamento in ambienti pericolosi
- Credibilità
- Capacità di lavorare con informazioni incomplete o incerte
- Problemi e limitazioni

I problemi e le limitazioni sono:

- Rappresentazione della conoscenza nella fonte delle informazioni
- Estrazione della conoscenza dalla fonte di informazioni
- Trasferimento di conoscenza
- Valutazione delle performance
- Fornire capacità di allenamento

I problemi nella costruzione di un ES sono relativi all' estrazione della conoscenza, alla generazione di dati incerti, all' assenza di ragionamento e al ragionamento con incertezza o informazione incompleta. Relativamente al primo problema possiamo avere :

- La conoscenza incompleta
 - L'esperto non riesce a ricordare la conoscenza approfondita per risolvere un problema
 - Lo specialista salta punti importanti
- La conoscenza esplicita che potrebbe essere non corretta o inconsistente
 - Quello che garantisce la qualità della soluzione è la conoscenza dell'esperto
 - La razionalità che vogliamo modellare è limitata (H. Simon)

2. LOGICA PARACONSISTENTE⁷

Storicamente le Macchine di Turing hanno fornito un modello astratto di macchina calcolatrice da cui si è sviluppata l'informatica teorica e la tecnologia dei calcolatori digitali e un modello mentale a cui si sono ispirati i filosofi della mente. Quando lo sviluppo dell'informatica ha consentito di tentare una verifica sui modelli computazionali reali dell'ipotesi della mente come sistema computazionale, queste due tradizioni sono confluite nell'intelligenza artificiale classica di tipo simbolico. Le Macchine di Turing sono state definite dal logico inglese Alan Turing durante gli anni trenta, quando i calcolatori e l'informatica non esistevano ancora. Lo scopo originario di Turing si collocava nell'ambito delle ricerche logiche sui fondamenti della matematica (Turing, 1936), e consisteva nell'individuare un equivalente formale del concetto intuitivo di algoritmo, cioè di procedura che consentiva di risolvere un problema applicando un numero finito di volte in modo deterministico un insieme finito di istruzioni. Turing propose di risolverlo definendo un modello formale del comportamento di un essere umano che esegue un calcolo di tipo algoritmico. Tale modello è dato sotto forma di una classe di dispositivi computazionali, di macchine calcolatrici astratte, che in seguito furono dette appunto macchine di Turing. Le Macchine di Turing sono macchine astratte nel senso che non vengono presi in considerazione quei vincoli che sono fondamentali come le dimensioni della memoria, il tempo di calcolo ma soprattutto esse sono definite a prescindere dalla loro realizzazione fisica, ad esempio dal tipo di hardware utilizzato. Esse operano su dati che consistono di sequenze finite di simboli appartenenti a un determinato alfabeto. I simboli che una macchina elabora sono scritti su di un dispositivo di memoria, il nastro della macchina, di capacità potenzialmente illimitata, ma di cui, in ogni fase del calcolo può essere utilizzata solo una porzione finita. Ogni macchina è attrezzata per eseguire un tipo di calcolo specifico. Dispone cioè di una serie di istruzioni tali che, applicate a partire da una certa situazione iniziale, in cui i dati del calcolo (l'input) sono scritti sul nastro mediante una codifica opportuna, esse consentano di raggiungere una situazione finale in cui la macchina si ferma con i risultati (l'output) scritti sul nastro. Lo scopo delle istruzioni è di modificare i simboli scritti sul nastro, in modo da ottenere l'output voluto a partire dai simboli in input. Tali istruzioni, ovviamente, devono

⁷ Tratto da Appunti del corso di Sistemi Specialisti nel trattamento dell'Incertezza e teoria delle decisioni (da Silva Filho, Appunti del corso Sistema Especialista no Tratamento de Incertezas e Tomadas de Decisão UNISANTA – Universidade Santa Cecília, 2013)

essere tali da poter essere applicate in modo deterministico. Una volta fissato l'alfabeto, ogni Macchina di Turing è caratterizzata dall'insieme delle istruzioni, che è chiamato tavola di quella macchina. Esse possono calcolare un grande numero di funzioni. Secondo Turing le funzioni che possono essere calcolate da una Macchina di Turing, sono tutte e sole quelle calcolabili per mezzo di un algoritmo. Questa identificazione fra funzioni calcolabili per mezzo di una Macchina di Turing e funzioni algoritmiche va usualmente sotto il nome di Tesi di Church-Turing, o Tesi di Church (Church, 1941) e costituisce uno degli enunciati fondamentali della teoria logica della computabilità. L'interesse verso le Macchine di Turing, nell'ambito della teoria delle macchine calcolatrici e in informatica risiede innanzitutto nel fatto che esse sono un modello di calcolo algoritmico, quindi di un tipo di calcolo che è, in linea di principio, automatizzabile, eseguibile da un dispositivo meccanico. Ognuna di esse è quindi il modello astratto di un calcolatore astratto in quanto prescinde da alcuni vincoli di finitezza cui i calcolatori reali devono sottostare come ad esempio la memoria che è potenzialmente estendibile all'infinito mentre un calcolatore reale ha sempre precisi limiti di memoria. Vi sono altre ragioni che giustificano l'analogia fra le Macchine di Turing e i moderni calcolatori digitali. Le prime sono in grado di effettuare un solo tipo di calcolo, dotate di un insieme di istruzioni che consente loro di calcolare una singola funzione. Esiste tuttavia la possibilità di definire una Macchina di Turing Universale (MTU) che è in grado di simulare il comportamento di qualsiasi macchina di Turing, cioè è in grado di calcolare qualsiasi funzione che sia calcolabile mediante un algoritmo. Ciò che caratterizza la MTU rispetto alle macchine di Turing usuali è costituito dal fatto di essere una macchina calcolatrice programmabile. Mentre le normali Macchine di Turing eseguono un solo programma, che è incorporato nella tavola delle loro istruzioni, la Macchina di Turing Universale assume in input, oltre ai dati veri e propri, anche il programma che deve eseguire. Queste caratteristiche sono condivise dagli attuali calcolatori, i quali presentano la struttura che va sotto il nome di architettura di Von Neumann. Storicamente, il primo calcolatore con architettura di Von Neumann è stato l'EDVAC (acronimo di Electronic Discrete Variable Automatic Computer), progettato e realizzato dallo stesso Von Neumann presso l'università di Princeton fra il 1945 e il 1952. La struttura di un calcolatore di Von Neumann può essere descritta in modo schematico: un dispositivo di input e un dispositivo di output permettono di accedere dall'esterno alla memoria del calcolatore, consentendo, rispettivamente, di inserirvi e di estrarne dei dati. Le informazioni contenute in memoria vengono elaborate da una singola unità di calcolo (detta CPU Central Process Unit), che opera

sequenzialmente su di essi. La caratteristica più importante della macchina di Von Neumann è che i programmi vengono trattati in modo sostanzialmente omogeneo, ed immagazzinati nella stessa unità di memoria. Così, quando un programma deve essere eseguito, l'unità di calcolo lo reperisce in memoria, e lo applica quindi ai dati, anch'essi conservati in memoria. Questo consente una grande flessibilità al sistema. Queste possibilità sono ampiamente sfruttate negli attuali calcolatori digitali, e da esse deriva gran parte della loro potenza e della loro facilità d'uso. Dunque un calcolatore di Von Neumann è analogo alla MTU. Anche la potenza computazionale è la stessa poiché un calcolatore di Von Neumann è in grado di calcolare tutte le funzioni computabili. Per queste ragioni, la MTU costituisce un modello astratto degli attuali calcolatori digitali e la teoria delle Macchine di Turing e della ricorsività costituisce, per così dire, la dottrina dei fondamenti dell'informatica teorica. Per altre vie, la teoria delle Macchine di Turing ha avuto influenze rilevanti sulle riflessioni filosofiche sulla natura della mente. Nel saggio “Macchine calcolatrici ed intelligenza”(Turing 1950) Turing si dichiara fiducioso che un calcolatore universale possa giungere a simulare, nel volgere di pochi decenni, non soltanto il comportamento computazionale ed algoritmico di un essere umano, ma anche qualsiasi altra attività umana di tipo linguistico. Egli propone di riformulare la domanda “possono pensare le macchine” nei termini del cosiddetto gioco dell'imitazione. Il gioco viene eseguito da tre attori: *a* un essere umano, *b* una macchina calcolatrice e *c* un altro essere umano, l'interrogante. L'interrogante non può vedere *a* e *b*, non sa chi dei due sia l'uomo, e può comunicare con loro solo in maniera indiretta (ad esempio, supponendo di disporre della tecnologia attuale, attraverso un terminale video e una tastiera). L'interrogante deve sottoporre ad *a* e *b* delle domande così da scoprire in breve quale dei due sia l'uomo e quale la macchina: *a* si comporterà in modo da agevolare *c*, mentre *b* dovrà rispondere in maniera tale da ingannare *c* il più a lungo possibile. Invece di chiedersi se le macchine possono pensare, Turing afferma che è più corretto chiedersi se una macchina possa ingannare un uomo nel gioco dell'imitazione, o, comunque, quanto a lungo possa resistergli. Questo esperimento mentale viene oggi abitualmente indicato col nome di Test di Turing. Quest'ultimo è stato a lungo considerato come il criterio più adeguato per stabilire la validità empirica dei modelli computazionali della mente. Nella classificazione di (Russell & Peter, 2009) l'esperimento concettuale di Turing fornisce un valido esempio di “macchina che si comporta in maniera umana”.

Il termine Intelligenza Artificiale si può far risalire al 1956, quando, al Dartmouth College di Hanover, nel New Hampshire, si tenne un congresso dal titolo The Dartmouth Summer Research

Project on Artificial Intelligence, i cui organizzatori principali furono John McCarthy e Marvin Minsky. Secondo quest' ultimo lo scopo dell' *IA era quello di far fare alle macchine cose che richiederebbero l' intelligenza se fossero fatte dall' uomo*. La nascita dell'IA comportò una riunificazione delle due tradizioni che si erano sviluppate a partire dalle Macchine di Turing , cioè relativamente all' ambito informatico e alla filosofia della mente. Ulteriori progressi furono fatti nel 1958, anno particolarmente fertile di risultati: McCarthy produsse il Lisp, un linguaggio di programmazione ad alto livello dedicato specialmente all'IA (poi seguito, nel 1973, dal Prolog), e incominciò a sviluppare programmi generali per la soluzione di problemi. Si incominciò anche a studiare quelli che oggi sono chiamati «algoritmi genetici», ossia programmi capaci di modificarsi automaticamente in modo da migliorare le proprie prestazioni. Nei decenni successivi la ricerca proseguì con alterne vicende. Gli anni Sessanta furono caratterizzati da risultati forse non eccezionali se valutati col metro odierno, ma allora entusiasmanti, sia a causa della limitatezza degli strumenti di calcolo con i quali erano ottenuti, sia perché sistematicamente smentivano gli scettici. In quegli anni si registrarono anche interessanti sviluppi teorici della ricerca sulle reti neurali. Ma si incontrarono anche le prime difficoltà, e si prese coscienza di limiti che ancor oggi appaiono insuperabili. Una grave difficoltà è l'«esplosione combinatoria», ossia l'aumento esplosivo del tempo di calcolo quando aumenta il numero di variabili del problema. Un limite è che l'elaboratore può trattare soltanto i legami “sintattici” e non i contenuti “semantici”, ossia il significato delle variabili sulle quali sta operando. Gli anni Settanta videro la nascita dei «sistemi esperti» e le loro prime applicazioni alla diagnostica medica, e i primi tentativi di “comprensione” del linguaggio naturale. A partire dal 1980 l'IA è uscita dai laboratori scientifici e ha trovato applicazioni pratiche significative. Contemporaneamente aziende industriali, specialmente americane e giapponesi, hanno incominciato a mettere in commercio programmi dedicati ai sistemi esperti, al riconoscimento di configurazioni e così via, ed hanno costruito microcircuiti ed interi elaboratori specializzati per applicazioni dell'IA. Le reti neurali, dopo poco meno di vent'anni di quasi completo disinteresse, hanno ricevuto nuova attenzione a partire dal 1985, in particolare a causa della definizione di nuovi, più potenti algoritmi di ottimizzazione. Nell'ultimo decennio del secolo, al perfezionamento delle reti neurali si è affiancato lo sviluppo di nuovi procedimenti di calcolo, soprattutto derivati dalla teoria delle probabilità e delle decisioni. Sul versante delle applicazioni sono stati sviluppati metodi efficaci per la costruzione dei sistemi esperti e per il riconoscimento del parlato e delle forme, questi ultimi specialmente destinati alla robotica e alla visione artificiale. La

maggior parte dei discorsi sulle macchine intelligenti portano a due principali teorie sull'intelligenza artificiale: IA debole e IA forte. La seconda si basa sulla convinzione che le macchine possano essere effettivamente intelligenti, la prima invece in modo più realistico e pragmatico pensa che le macchine possano comportarsi come se fossero intelligenti. Col passare degli anni e con la constatazione che non aveva senso impegnarsi a creare una macchina intelligente secondo i dettami dell' IA forte o che superasse il test di Turing prese piede una teoria alternativa che intende l' IA come la disciplina che vuole risolvere problemi specifici o anche effettuare ragionamenti che non possono essere compresi pienamente dalle capacità cognitive umane, ma in domini specifici. Quindi non ci si aspetta che la macchina sia in grado di avere l' ampiezza di abilità cognitive proprie dell' uomo, o che sia cosciente di ciò che fa, ma solo che sappia risolvere in modo efficiente ed ottimale problemi anche difficili, in specifici campi di azione.

2.1 Logiche Classiche e Logiche Non Classiche

La scienza della logica rappresenta la base ed il fondamento della matematica e, pertanto, di tutte le tecnologie che conosciamo. Molte delle teorie scientifiche che hanno creato la scienza moderna si basano sulla logica classica. Esempi sono apparecchiature elettroniche come computer e sistemi digitali che basano il loro funzionamento sui concetti della logica classica. A quanto sembra, fu il filosofo greco Aristotele, vissuto tra il 384-322 a.C nella città di Stagira in Macedonia, con il suo lavoro a iniziare gli studi della Logica. Il filosofo Aristotele visse alla ricerca di uno strumento che gli consentisse di comprendere un mondo vero e reale. Più tardi egli riunì le sue opere e i suoi seguaci nell' opera chiamata Organon, dove è possibile trovare nel capitolo Analytica Priora la parte essenziale della logica. In tale lavoro Aristotele stabilì una serie di rigorose regole affinché le conclusioni potessero essere accettate come logicamente valide. Si trattava di un ragionamento basato su ipotesi e conclusioni logiche del tipo: se si osserva che “ogni essere vivente è mortale” (premessa1), e di seguito si ha che “il leone è un essere vivente” (premessa2) allora ne segue che il “leone è mortale” (conclusione). Vista in questo modo, la logica può essere interpretata come lo “studio delle leggi di un ragionamento valido, cioè, le forme di pensiero che risultano nelle conclusioni corrette e vere. Pertanto, a partire da determinati enunciati, vi saranno modi di inferire conclusioni su di essi arrivando ad enunciati di cui si abbia la certezza di validità. Per indagare e

risolvere le relazioni tra questi enunciati è stato creato un linguaggio, in cui tali enunciati sono denominati frasi o proposizioni, e solo questi possono essere classificati come vero o falso.

Essi sono:

1-Principio di identità $p=p$

Ogni proposizione o oggetto è identico a se stesso.

2-Principio d' identità proposizionale $p \rightarrow p$

Ogni proposizione implica se stessa.

3-Principio del Terzo Escluso $p \vee \neg p$

Se due proposizioni sono contraddittorie, cioè una nega l' altra, una di quelle è vera.

4-Principio di Non Contraddizione- ($\neg (p \wedge \neg p)$)

Tra due proposizioni contraddittorie, una delle due è falsa.

All' interno di tale ragionamento la logica classica risulta binaria, cioè una dichiarazione è falsa o vera, non ammettendo di essere allo stesso tempo parzialmente vera e in parte falsa. Con tale presupposto e dalla legge di non contraddizione, cioè quando una dichiarazione non può contraddirne un' altra, tutte le possibilità vengono coperte dalla logica classica formando così la base del pensiero logico Occidentale. Questi furono i ragionamenti logici utilizzati per secoli e i progressi che l' umanità ha raggiunto sono stati sostenuti da questi semplici principi che sorreggono la logica classica. Il linguaggio formale della logica classica è un modo adeguato per rappresentare la conoscenza e il ragionamento binario che ben si adatta al funzionamento di alcuni dispositivi elettronici come un interruttore di alimentazione, compreso il transistor scoperto negli anni '50. Nei sistemi informatici i transistor digitali fungono da interruttori che si accendono e si spengono con una certa facilità, adeguatamente rappresentata per mezzo di circuiti elettronici, fondamentali binari della logica classica. Anche con tutta la nostra tecnologia, le leggi della logica classica binaria rappresentano ancora i fondamenti utilizzati nei funzionamenti dei più importanti sistemi di controllo delle macchine. Tuttavia, le crescenti richieste del mercato tecnologico richiedono che gli impianti di produzione siano in grado di elaborare e controllare adeguatamente sistemi in condizioni mai prima immaginate. Affinché ciò sia possibile, le informazioni del mondo reale che ci servono per prendere una decisione devono essere ogni giorno più dettagliate e vicine alla realtà. Queste esigenze ci fanno capire che in alcuni casi la Logica Classica, che è limitata a principi rigorosi, non potrà essere direttamente applicata. Nei sistemi di Intelligenza Artificiale, Robotica e

Automazione e Controllo è solo attraverso delle informazioni affidabili, e che più precisamente illustrano il mondo, che i programmi informatici ed elettronici hanno la possibilità di prendere decisioni più corrette. È a questo punto che i sistemi che funzionavano solo con la logica classica binaria non forniscono una buona risposta alla necessità del mondo tecnologico. Da ulteriori studi è emerso che nel mondo reale non tutte le situazioni possono essere classificate come vere o false. Quando vogliamo essere precisi nel descrivere qualcosa, è difficile fissare dei limiti che ci permettono di effettuare affermazioni o negazioni sulla qualità delle cose. Spesso i confini tra falso e vero non sono definiti, ma incerti, ambigui e persino contraddittori. Sembra chiaro che utilizzando solo la Logica Classica, binaria, le risorse tecnologiche disponibili non sono capaci di automatizzare le attività relative a problemi che comprendono situazioni che non sono state considerate quando essa è stata fondata. La ricerca attuale che riguarda l'Intelligenza Artificiale incorpora nei sistemi di analisi caratteristiche dell'Intelligenza umana attraverso elaborazioni dell'algoritmo. In molte esperienze umane, quelle relative al processo decisionale, le informazioni su cui si basano le decisioni, generano problemi complessi, perché su quelle informazioni, spesso non è possibile affermare con certezza se sono "VERE" o "FALSE", "SI" o "NO", come sarebbe richiesto dai principi della logica classica. In pratica, i sistemi di controllo digitale, la cui elaborazione avviene solo attraverso la logica classica trovano difficoltà a oltrepassare la barriera imposta dalle rigide leggi binarie. Compaiono spesso problemi molto complessi che sono quelli in cui i sistemi devono prendere decisioni e risolvere problemi quando sono alimentati da informazioni che contengono molti tipi di variabili. In alcuni casi le relazioni tra le variabili sono non lineari, incerte, imprecise o inconsistenti e con troppi dati da selezionare per cui è difficile capire quali selezionare e considerare quali sono rilevanti. Un sistema di fronte a informazioni incerte e contraddittorie ha poche possibilità di effettuare un trattamento adeguato a consentire che tali segnali permettano una buona decisione. Ciò che sta accadendo è che, quando non si verifica nessun blocco e stop del processo, il tempo necessario per analizzare queste situazioni riduce notevolmente l'efficienza del sistema. Per rendere i sistemi di analisi di qualità si è registrato un aumento delle applicazioni di diversi tipi di logiche alternative per supportare i sistemi per la gestione e il controllo delle incertezze. Per superare tali problemi complessi numerose ricerche in Informatica e nell'Intelligenza Artificiale sono state e sono ancora in fase di sviluppo. Oggi in grandi centri di ricerca sono studiati sistemi digitali in grado di funzionare in base a nuovi tipi di logica i cui concetti teorici di base sono più flessibili, e dunque più adatti a problemi complessi incontrati nell'Intelligenza Artificiale.

2.2 Logica Paraconsistente

Tra le varie logiche non classiche è stata creata una famiglia di logiche che aveva come fondamento di base la revoca del principio del terzo escluso, chiamata Logica Paraconsistente. Essa è una logica non classica che rifiuta il principio di non contraddizione e ammette la possibilità di trattare segnali contraddittori nella sua struttura teorica. I precursori della logica paraconsistente furono il logico polacco J. Lukasiewicz e il filosofo russo N.A. Vasilev, che contemporaneamente, intorno al 1910 suggerirono, separatamente, la possibilità di una logica che limitava, ad esempio, il principio di non contraddizione. Anche Vasilev articolò una certa logica, che chiamò immaginaria, ma nessuno di loro aveva all'epoca una visione ampia della logica non classica, come invece l'abbiamo oggi. Il primo logico che strutturò un calcolo proposizionale paraconsistente fu il polacco S. Jaskowski, discepolo di Lukasiewicz, che nel 1948 pubblicò le sue idee sulla logica e la contraddizione, mostrando come si poteva costruire un calcolo di una sentenza paraconsistente, in possesso di una motivazione conveniente. Il sistema di Jaskowski, chiamato da lui di logica discorsiva, fu successivamente sviluppato (dal 1968) a seguito delle opere di autori come J. Kotas, L. Furmanowski, L. Dubikajtis, N.C.A. Costa e C. Pinter. Così si è arrivati alla costruzione di una vera logica discorsiva, comprendente un calcolo dei predicati di primo ordine e una logica di ordine superiore. I sistemi iniziali di logica paraconsistente che contenevano tutti i livelli logici, coinvolgendo per calcoli proposizionali, di predicati e descrizioni, nonché logiche di ordine superiore si devono a N.C.A. Costa (1954 in poi). Ciò è stato realizzato in modo indipendente dal lavoro degli autori sopra citati. Attualmente ci sono anche sistemi paraconsistenti della teoria degli insiemi, rigorosamente più forti di quelli classici, perché considerano come sottosistemi rigorose matematiche paraconsistenti. Le prime versioni dei sistemi algebrici paraconsistenti comparvero intorno al 1965 e sono conosciute come algebre Curry, in omaggio al logico americano H. Curry. Le semantiche iniziali dei sistemi paraconsistenti furono studiate nel 1976 e sono conosciute come criteri di valutazione adottati nella semantica. Il termine "logica paraconsistente" fu coniato nel 1976 da F. Miro Quesada, durante una conferenza tenuta durante il III Simposio latino-americano di Logica Matematica, realizzato presso l'Università Statale di Campinas, San Paulo, Brasile. Letteralmente "paraconsistenti" significa "al fianco della coerenza." Con questi lavori è previsto che nel corso dell'elaborazione della Logica Paraconsistente sia possibile manipolare sistemi informativi inconsistenti e straordinariamente forti, senza la necessità di rimuovere contraddizioni e senza cadere nella banalizzazione.

Confronto tra logica paraconsistente e logica fuzzy

Nel 1965 il matematico statunitense di origini persiane Lofti A. Zadeh (Zadeh, 1965) formalizzò per la prima volta la logica fuzzy. Egli osservò che una delle caratteristiche maggiormente sorprendenti del cervello umano, e che tuttora non è riproducibile dall'intelligenza artificiale, è la capacità di riassumere, e cioè la capacità di selezionare le informazioni più rilevanti e tralasciare quelle meno significative, semplificando e approssimando la realtà circostante. L'uomo per sua natura osservando ciò che lo circonda, seleziona le informazioni più utili rispetto a una determinata necessità e scarta quelle che gli sembrano meno rilevanti, traendo enorme vantaggio dalla propria attitudine all' approssimazione. Da questo si evince che i nostri ragionamenti pur essendo imprecisi sono comunque efficienti. Secondo lo studioso complessità e precisione sono inversamente proporzionali, infatti quando la complessità di un problema cresce, la possibilità di analizzarlo in termini precisi diminuisce. Da qui la legittimazione del pensiero fuzzy: se rende possibile la soluzione di problemi troppo complessi per un'analisi accurata è accettabile: la precisione in innumerevoli situazioni può essere costosa o richiedere troppo tempo. In generale un concetto si definisce fuzzy (dall'inglese letteralmente sfocato o confuso) quando corrisponde a una classe di oggetti che non hanno confini ben definiti. Amore, giustizia, male, bene, carino, giovane, amico, divertente, ecc.. sono concetti che ben si adattano all'idea di fuzzy e di cui la nostra vita è pervasa. La logica fuzzy cerca di adattare i sistemi della logica duale, al modo con cui gli esseri umani ragionano e discutono. Essa costituisce un valido strumento di gestione della vaghezza e della polivalenza del linguaggio naturale: concetti o situazioni troppo complessi o imprecisi per essere manipolati con gli strumenti tradizionali possono essere studiati attraverso un approccio linguistico, cioè con variabili i cui valori non sono rappresentati da numeri ma da parole o frasi espresse in linguaggio naturale (Zadeh L. , 1996). La logica fuzzy, come quella classica, si basa sul concetto di insieme. Differiscono però per un concetto chiave che è quello dell'appartenenza: si può pensare che ad ogni elemento di un insieme, a prescindere che questo sia fuzzy o meno, sia associata una funzione di appartenenza ad esso. Tale funzione può assumere valori tra 0 ed 1, dove 0 indica che l'elemento non appartiene all'insieme ed 1 indica invece l'appartenenza totale all'insieme. La differenza si concretizza nel fatto che mentre il codominio della funzione di appartenenza è per gli insiemi fuzzy l'intervallo $[0,1]$, per gli insiemi classici è invece formato da due elementi, 0 ed 1.

Ciò significa che mentre un elemento nella logica classica può appartenere o non appartenere ad un insieme, nella logica fuzzy può invece appartenervi anche solo parzialmente, Ciò permette una graduale transazione dall'appartenenza alla non appartenenza che rende possibile tenere conto della vaghezza del linguaggio naturale. Formalizzando in termini matematici consideriamo un insieme classico A contenuto in un universo X . Un insieme fuzzy A è definito da un insieme di coppie ordinate,

$$A = \{(x, \mu_A(x)) : x \in A, \mu_A(x) \in [0,1]\}$$

dove $\mu_A(x)$ è chiamata funzione di appartenenza dell'insieme A .

In altre parole il valore numerico $\mu_A(x)$ esprime il grado di appartenenza di x ad A :

- se $\mu_A(x) = 0$ allora x non appartiene ad A ;
- se $\mu_A(x) = 1$ allora x appartiene totalmente ad A ;
- se $\mu_A(x) = y$ allora x appartiene ad A nella misura del $y\%$

Le definizioni che differenziano gli insiemi fuzzy rispetto ai classici sono :

Si considerino due insiemi fuzzy, A e B , definiti sullo stesso dominio X :

1. *uguaglianza*: due insiemi si dicono uguali ($A = B$), se

$$\mu_A(x) = \mu_B(x) \quad \forall x \in X$$

2. *sottoinsieme*: A è sottoinsieme di B se e solo se, per ogni x appartenente a X , la funzione di appartenenza di A è minore di quella di B . Ovvero:

$$A \subseteq B \Leftrightarrow \mu_A(x) \leq \mu_B(x) \quad \forall x \in X$$

3. *insieme vuoto*: un insieme fuzzy è detto vuoto se per ogni valore di x appartenente a X la sua funzione di appartenenza è uguale a zero:

$$\mu_A(x) = 0 \quad \forall x \in X$$

Complemento, unione e intersezione sono operazioni caratteristiche della logica tradizionale così come della logica fuzzy con delle differenze. Le definizioni più utilizzate sono dovute a (Mandani &

Assilian, 1975) Il complemento di un insieme fuzzy A , indicato con A_c , è un nuovo insieme fuzzy individuato dalla funzione di appartenenza:

$$\mu_{A_c}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad \forall x \in X$$

Di conseguenza l'insieme fuzzy $(A \cup A_c)$ è definito mediante la funzione di appartenenza:

$$\mu(A \cup A_c) = \max(\mu_A(x), \mu_{A_c}(x))$$

Notiamo che $(A \cup A_c)$ non coincide con l'insieme universo, come accade nella logica classica. Per cui nella logica fuzzy non è valido il principio del terzo escluso.

Inoltre l'intersezione tra i due insiemi fuzzy A e A_c , che indichiamo con $A \cap A_c$, Questo nuovo insieme è definito dalla funzione di appartenenza:

$$\mu(A \cap A_c) = \min(\mu_A(x), \mu_{A_c}(x))$$

L'intersezione negli insiemi fuzzy individuata dall'operatore logico AND è quindi definita dal minimo grado di verità fra le due funzioni di appartenenza. Anche in questo caso l'intersezione delle due non dà origine all'insieme vuoto, come previsto dalla logica classica ed in questo caso è violato il principio di non contraddizione. Nell'articolo di João Inácio da Silva Filho "Lógica ParaFuzzy – Um método de Aplicação da Lógica Paraconsistente e Fuzzy em Sistemas de Controle Híbridos" (da Silva Filho, 2009) lo studioso presenta un metodo per implementare un Sistema di Controllo per trattare le inconsistenze in modo non banale basandosi sulle Logiche Paraconsistenti e Fuzzy. L'analisi paraconsistente Annotata LPA2v, come abbiamo ampiamente descritto, è fatta di annotazioni con due valori. I segnali risultanti sono due valori definiti come G_c -Grado di certezza e G_{ct} - Grado di contraddizione, che ricevono un trattamento conforme alla teoria delle Logiche Fuzzy risultando in un segnale unico (crisp value) proprio per controllare sistemi di Automazione e di Controllo. Nell'articolo l'autore presenta un'analisi Paraconsistente-Fuzzy in diverse situazioni con la costruzione di funzioni di pertinenza per insiemi sfocati(sets fuzzy) con due esperti. Tale lavoro può servire come punto di partenza per la costruzione di controllori logici per la presa di decisioni nel controllo e automazione. Per capire la differenza tra i due approcci (Paraconsistente e Fuzzy) ricordiamo che la logica Paraconsistente è nata dalla necessità di dare una risposta alle informazioni contraddittorie effettuando un trattamento non-banale delle inconsistenze, invece la logica Fuzzy offre un trattamento adeguato alle situazioni vaghe e imprecise e considera le

situazioni di ambiguità pur non riuscendo a rispondere a segnali contraddittori o inconsistenti. In questo lavoro è stato dimostrato che è possibile l'unione delle due logiche, Paraconsistente e Fuzzy conseguendo buoni risultati quando si desidera una risposta nelle analisi di informazioni relazionate ad avvenimenti reali. Questo tipo di trattamento fa diventare i sistemi più completi, offrendo maggiore robustezza e presentando maggiore affidamento nelle conclusioni. Il metodo Para-Fuzzy permette che sistemi effettuino un trattamento delle contraddizioni in un modo non banale e apre nuove strade per l'applicazione del controllo ibrido con logiche alternative rispetto a quella classica tracciando nuovi campi di ricerca relativamente all'applicazione di queste due logiche. Tale metodo è un'innovazione nel modo di costruire sistemi di controllo adatto al trattamento di conoscenza incerta. I segnali ricevuti nel sistema, rappresentando i gradi di evidenza, possono essere discreti o analogici e tutto il processo analitico può essere fatto continuamente rendendo possibile un'azione, più vicina alla realtà che si sta indagando, e molto rapida con un minore tempo computazionale.

2.3 Teorie Inconsistenti e Teorie Triviali

La ragione più importante di considerare la logica paraconsistente fu quella di ottenere delle teorie, in cui, le inconsistenze erano ammesse senza il pericolo di banalizzare. Nelle logiche in cui non si distinguono correttamente dalla logica classica, ad esempio, rispetto al concetto di negazione, in cui lo schema valido di solito è $A \rightarrow (\neg A \rightarrow B)$ (dove 'A' e 'B' sono formule, $\neg A$ è la negazione di 'A' e \rightarrow è il simbolo dell'implicazione), ex falso sequitur quodlibet: da una contraddizione ogni formula può essere dedotta, ciò implica che l'intera formula diventa vera. Infatti, ammette come premesse, le formule contraddittorie A e $\neg A$. Come abbiamo osservato prima, $A \rightarrow (\neg A \rightarrow B)$ è uno schema valido. Tenendo in considerazione le assunzioni effettuate per la deduzione della regola Modus Ponens (A e $A \rightarrow B$ deduce B) risulta $(\neg A \rightarrow B)$. Applicando di nuovo la regola del Modus Ponens a quest'ultima formula si ottiene B . Ma la formula B è arbitraria. Così, le formule contraddittorie possono dedurre ogni dichiarazione. Questo è il fenomeno della banalizzazione. Come dimostrato nell'Intelligenza Artificiale è con l'emergere delle logiche non-classiche, e adesso più specificatamente con Logica Paraconsistente, che nuovi concetti più vicini alla realtà vengono esaminati e contribuiscono ad ottenere modelli e strumenti in grado di gestire contraddizioni e ambiguità, dando spazio allo sviluppo di nuove tecnologie.

2.4 Principi concettuali della Logica Paraconsistente

Una sintesi dei principi teorici alla base della Logica Paraconsistente può essere vista come segue: è noto che le dichiarazioni dimostrate come vere in una teoria sono chiamate teoremi e tutte le dichiarazioni formulate nella lingua sono teoremi, questo si dice che è banale. È anche noto che una teoria è consistente se tra i suoi teoremi non ci sono quelli che sostengono qualcosa che è la negazione di altri teoremi appartenenti alla stessa teoria. Se questo dovesse accadere la teoria si sarebbe chiamata inconsistente. Data una teoria (deduttiva) T , stabilita la logica L , questa è detta essere consistente se non c'è né una che è la negazione dell'altra. Nel caso opposto T è detta inconsistente. La teoria T è detta banale se tutte le sentenze (formule chiuse) del suo linguaggio sono teoremi. Se non accade questo, T non è banale. Se L è una logica comune, come quella classica, la teoria T è banale se e solo se è inconsistente. In altre parole, logiche di questo tipo non separano i concetti dell'inconsistenza e della trivialità, perché secondo la logica classica, una teoria inconsistente è anche banale, e viceversa, perché se è accettata come valida una contraddizione, allora qualsiasi conclusione diventa possibile. Poiché si tratta di un esito non desiderabile la logica classica non ammette la contraddizione come un elemento accettabile senza renderlo banale. La logica L è chiamato paraconsistente se può funzionare come base di teorie inconsistenti e non banali. Ciò significa che, tranne in alcune circostanze specifiche, una logica paraconsistente si dimostra in grado di gestire sistemi informativi incoerenti senza il pericolo di banalizzazione. Un altro concetto importante è la logica paracompleta. Una logica L è chiamato paracompleta se può essere una logica sottesa a teorie che violano il principio del terzo escluso che può essere così enunciato: da due proposizioni contraddittorie, una di queste è vera. Precisamente, una logica si dice paracompleta se in essa esistono sistemi massimi non banali che non appartengono ad una data formula e alla sua negazione. Infine, una logica L si chiama non-aletica se L è paraconsistente e paracompleta.

2.5 Logica Paraconsistente Annotata

Le logiche paraconsistenti annotate sono una famiglia di logiche non-classiche inizialmente impiegate nella programmazione logica. Più tardi, Blair e Subrahmanian, costruirono la teoria generale della programmazione annotata e ottennero applicazioni in base a dati contenenti contraddizioni. (Da Silva Filho, 2011) Altri ricercatori estesero le idee e le utilizzarono per ragionare su reti di network. Tali tecniche comprendono anche il ragionamento fuzzy e il formalismo temporale. Grazie alle applicazioni ottenute, è diventato utile lo studio dei fondamenti della logica dei linguaggi di programmazione indagati. Si era trovato che questa era la logica paraconsistente e in alcuni casi conteneva anche caratteristiche logiche paracomplete e non aletiche. I primi studi sui fondamenti della logica paraconsistente annotata furono condotti da Da Costa, Subrahmanian e Vago (Newton da Costa, Subrahmanian, & Vago, 1991). Negli anni '90 comparvero lavori abbastanza interessanti in questa disciplina come quello di Abe, J.M., che studiò la logica dei predicati, la teoria dei modelli, degli insiemi e osservò alcuni sistemi modali, creando uno studio sistematico dei fondamenti della logica annotata identificati nel precedente lavoro. In particolare in tale lavoro furono ottenuti dei metateoremi di completezza forte e debole per una logica di sottoclasse nota di primo ordine e fu effettuato uno studio sistematico della teoria dei modelli annotati, generalizzando la maggior parte dei risultati standard per i sistemi annotati. La ricerca condotta da Abe è poi proseguita negli anni 2000, con ricerche applicate all'Intelligenza artificiale ed ai sistemi di controllo (Abe & Kazumi, 2009).

La Logica Paraconsistente Annotata nella trattazione della conoscenza incerta

Nell'area dell'intelligenza artificiale per costruire sistemi di controllo o esperti che prendono decisioni a partire da osservazioni sull'ambiente, bisogna indagare fenomeni nel mondo reale. Le informazioni estratte da queste indagini serviranno per fare previsioni sui comportamenti e, di conseguenza, questi sistemi verificheranno la veridicità o la falsità delle premesse (ipotesi). Quando i sistemi di controllo descrivono situazioni del mondo reale, a causa di diversi fattori, tutte le informazioni necessarie per l'analisi sono impregnate da errori rumori che

conferiscono alle stesse un determinato grado di incertezza. Questi sistemi sono trattati come casi di conoscenza incerta. La letteratura specializzata definisce tale conoscenza come quella a cui si associa un grado di incertezza. La logica adeguata a trattare tale situazione di incertezza deve tener conto che le premesse costituiscono solo prove parziali per le conclusioni. Affinché possa essere fatta un'analisi viene considerato il grado di credibilità o convinzione per cui le premesse confermano la conclusione. In pratica, la determinazione delle premesse (ipotesi) è compito di ricerche scientifiche e la validità o meno delle argomentazioni è determinata con la logica.

Rappresentazione della Logica Paraconsistente Annotata

E' di grande importanza la conoscenza della teoria del linguaggio per la ricerca dei problemi nella scienza . Una buona soluzione ad una domanda può spesso dipendere fortemente dalla scelta di trovare un linguaggio conveniente per rappresentare i concetti che siano coinvolti correttamente ed effettuare inferenze sensate affinché si giunga a soluzioni soddisfacenti. Con riferimento alle nozioni di vero e falso , è permesso pensare a quattro oggetti:

- **T – che chiameremo Inconsistente**
- **V - che chiameremo Vero**
- **F – che chiameremo falso**
- **\perp - che chiameremo Paracompleto o Indeterminato.**

Tali oggetti sono anche chiamati annotazioni costanti. In tutti questi oggetti $\tau = \{T, V, F, \perp\}$ si presenta una struttura matematica che è un reticolato con l' operatore $\tau = \langle \tau |, \leq, \sim \rangle$ che può essere caratterizzata dal seguente diagramma di Hasse :

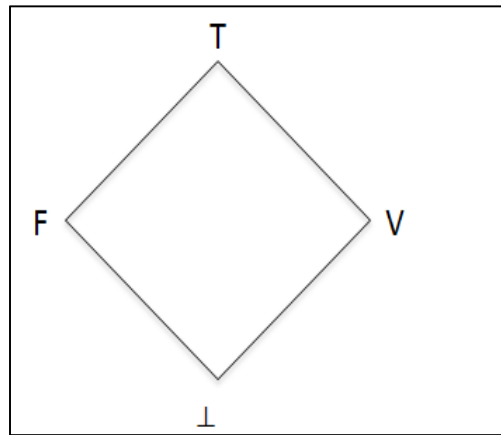


Figura 8 Reticolato a quattro vertici (Diagramma di Hasse)

L'operatore di τ è : $\sim: \mid \tau \mid \rightarrow \mid \tau \mid$ che opera intuitivamente come segue:

- $\sim T = T$ (una 'negazione' di una proposizione inconsistente è inconsistente)
- $\sim t = F$ (una 'negazione' di una proposizione 'vera' è 'falsa')
- $\sim F = \perp$ (la 'negazione' di una proposizione 'falsa' è 'vera')
- $\sim \perp = \perp$ (la negazione di una proposizione 'paracompleta' è 'paracompleta')

L'operatore \sim avrà il 'ruolo' di connettivo di negazione della logica PAL. Le proposizioni della PAL sono del tipo $P\mu$, dove P è una proposizione di senso comune e μ è un'annotazione costante. Tra una serie di letture intuitive $P\mu$ può essere interpretata come : 'Io credo nella proposizione P con un grado μ ' o 'favorevole evidenza espressa dalla proposizione P che al massimo assume il valore μ '.

Logica Paraconsistente annotata con un valore

Come visto, la Logica Paraconsistente annotata può essere rappresentata in particolare mediante il reticolato di Hasse. Intuitivamente l'annotazione costante nei vertici del reticolato darà le connotazioni degli stati logici delle proposizioni estreme. L'annotazione può essere costituita da 1,2 o n valori, dipendenti dalla classe di paraconsistenza utilizzata. Il reticolato associato alla Logica Paraconsistente Annotata ha la seguente definizione:

1. $\mid \tau \mid$ è un insieme finito non vuoto;
2. \leq è una relazione d'ordine sulla τ ;

3. Esiste sempre il superiore \top per ogni coppia di elementi e c'è sempre l' inferiore per ogni coppia di elementi di τ ;
4. dove è definita l' operazione \sim , chiamata di negazione epistemica , che ha lo stesso significato pratico ed intuitivo della negazione \neg .

Possiamo considerare come esempio $\tau = \langle \tau, \leq \rangle$ è un reticolato finito fissato, dove:

1. $|\tau| = [0,1] \times [0,1]$
2. $\leq = \{(\mu_1, \rho_1), (\mu_2, \rho_2) \in ([0,1] \times [0,1])^2 \mid \mu_1 \leq \mu_2 \text{ e } \rho_1 \leq \rho_2\}$
(dove \leq rappresenta l' ordine usuale dei numeri reali)

Possiamo considerare che ogni livello di evidenza assegnato alla proposizione è il valore che è contenuto nell' insieme dei valori costituiti dalle costanti di annotazione del reticolato $\{T, V, F, \perp\}$ per il quale è definita la seguente relazione d' ordine:

$\perp < V, \perp < F, V < T$ e $F < T$. Pertanto l' estremo superiore è T e il più piccolo è \perp .

Abbiamo visto che la Logica Paraconsistente Annotata è definita attraverso un' analisi intuitiva in cui la formula atomica P_μ che si legge come : “ Io credo nella proposizione P con grado di Evidenza al massimo pari a μ , fino a μ ($\leq \mu$)” ci porta a considerare l' evidenza come una costante dell' annotazione reticolare. In questo caso, ogni affermazione annotata reticolare dovrebbe avere il seguente significato:

- $P(V)$ =l' affermazione P è vera
- $P(F)$ = l' affermazione P è falsa
- $P(T)$ =l' affermazione P è inconsistente
- $P(\perp)$ =l' affermazione P è paracompleta o indeterminata

L' affermazione proposizionale è accompagnata dal grado di evidenza che permette alla proposizione di essere connotata come “verità”, o “falsità”, o “inconsistenza”, o “ incertezza” . Quindi, un' affermazione proposizionale associata con il reticolo della Logica Paraconsistente Annotata viene letta come indicato di seguito:

- PT =“ L' annotazione o il grado di Evidenza T assegna una connotazione di inconsistenza alla proposizione P”.

- PV = “L’ annotazione o il grado di Evidenza V assegna una connotazione di verità alla proposizione P ”.
- PF = “L’ annotazione o il grado di Evidenza t assegna una connotazione di falsità alla proposizione P ”.
- $P\perp$ = “L’ annotazione o il grado di Evidenza \perp assegna una connotazione di indeterminazione alla proposizione P ”.

Nella Logica Paraconsistente Annotata PAL tale Reticolo è una griglia di valori di verità. Si considera in ciascuno dei suoi vertici un’unica annotazione che rappresenterà nell’ analisi paraconsistente il grado assegnato alla proposizione. Con tali considerazioni è possibile studiare la PAL rappresentandola con un reticolo di quattro vertici come indicato nella seguente figura. Nella rappresentazione le proposizioni sono accompagnate da un’ annotazione che assegna il corrispondente Grado di Evidenza alla variabile proposizionale.

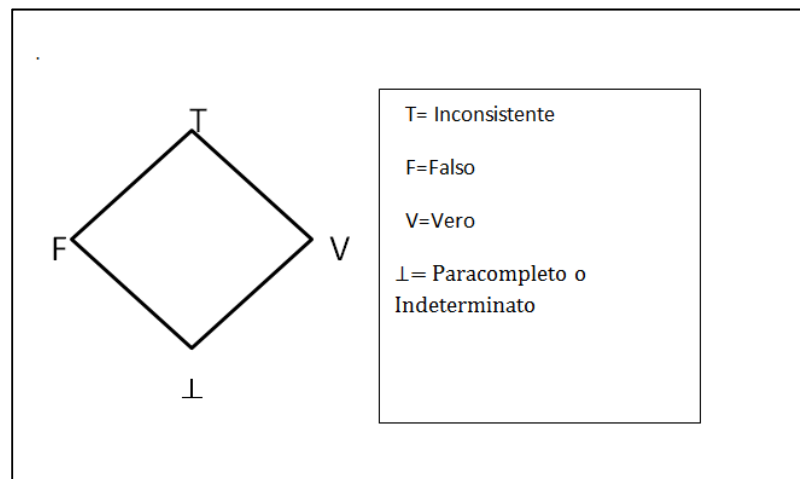


Figura 9 Reticolato (finito di Hasse) di PAL con gli stati della Logica Paraconsistente

L’ operatore τ è: $\sim: \mid \tau \mid \rightarrow \mid \tau \mid$ che è definito come :

$$\sim(1)=0, \quad \sim(0)=1, \quad \sim(T)=T \text{ e }, \quad \sim(\perp)=\perp$$

Intuitivamente, \sim ha il significato di negazione logica della paraconsistenza annotata e le annotazioni in questo reticolo sono valutate attraverso un valore reale nell’ intervallo chiuso $[0,1]$ e seguono le regole determinate dal diagramma di Hasse.

Logica Paraconsistente annotata con l'annotazione di due valori PAL2v

L'annotazione può essere costituita da 1,2 o n valori. Pertanto, è possibile ottenere un più alto grado di rappresentazione di come le annotazioni o le evidenze esprimono la conoscenza sulla proposizione P, con l' annotazione essendo un simbolo costituito da una coppia ordinata. Così si può utilizzare un reticolo formato da coppie ordinate, tale che $\tau = \{(\mu, \lambda) \mid \mu, \lambda \in [0,1]\} \subseteq R$.

In questo caso, è anche fissato un operatore \sim : $|\tau| \rightarrow |\tau|$.

Allo stesso modo, dovrebbe essere considerato nel sistema l' operatore \sim che ha il significato di negazione logica, e gli altri valori sono reticolati:

- \perp è il minimo $\tau=(0,0)$;
- T è il massimo $\tau=(1,1)$;
- sup indica l' operazione superiore
- inf indica l' operazione inferiore più piccola

— Il reticolo di quattro vertici associato alla Logica Paraconsistente Annotata con l' annotazione di due valori-PAL2, può essere rappresentato come in figura 14.

— Il primo elemento della coppia ordinata è (μ) , il grado per cui l' evidenza favorevole sostiene la proposizione P, e il secondo elemento (λ) che è il grado per cui l' evidenza avversa o contraria negano o respingono la proposizione P.

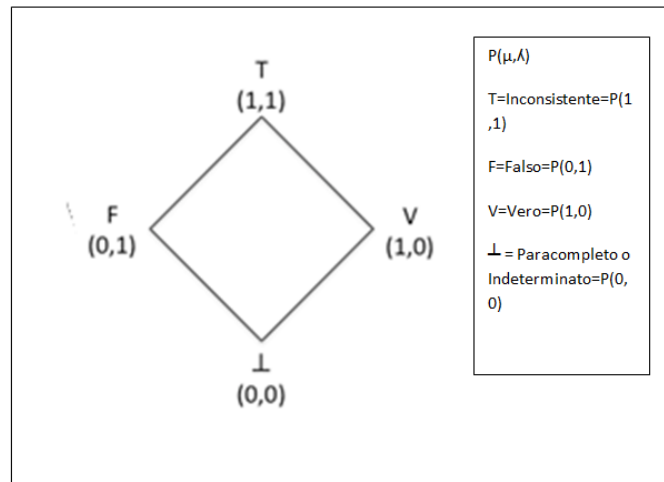


Figura 10 Reticolo di PAL2v con gli stati logici paraconsistenti

Dunque l'idea epistemologica intuitiva dell'assegnazione di un'annotazione (μ, λ) ad una proposizione P significa che il Grado di Evidenza favorevole in P è μ , mentre il grado di evidenza contraria, il grado di evidenza o sfavorevole è λ . Ad esempio, intuitivamente, in un reticolato si hanno le seguenti note:

1. $(1,0)$ indica l' 'esistenza dell' evidenza totale favorevole e evidenza sfavorevole nulla'.
2. $(0,1)$ indica che 'c' è evidenza favorevole nulla e totale evidenza sfavorevole.
3. $(1,1)$ indica l' 'esistenza dell' evidenza totale favorevole e totale evidenza sfavorevole.
4. $(0,0)$ indica che c' è 'esistenza di evidenza favorevole nulla ed evidenza sfavorevole nulla'.

Simboli primitivi del linguaggio del LPA2v

1. simboli proposizionali: p, q, r, \dots
2. connettivi: \neg (negazione) \wedge (congiunzione), \vee (disgiunzione) e \rightarrow (implicazione)
3. Ogni membro τ è una costante di annotazione : $(\mu_1, \lambda_1), (\lambda_2, \mu_2)$.
4. Simboli ausiliari: $(), \{, \}, [e]$.

Definizione1. [*Espressione*] Un' espressione è una sequenza finita di simboli del suo vocabolario.

Ad esempio espressioni sono:

1. $\neg \Lambda))$ ppqp
2. \rightarrow
3. $(p(\mu_1, \lambda_1) \vee q(\mu_2, \lambda_2))$

Intuitivamente, le espressioni 1 e 2 sono prive di significato, mentre la 3 “significa qualcosa”. Dunque occorre caratterizzare le espressioni rilevanti per il nostro discorso. Tali espressioni costituiscono la grammatica del LPA2v.

Definizione 2. [*Formula*] Le formule sono ottenute dalla seguente definizione induttiva generalizzata :

1. Se P è un simbolo proposizionale e $\lambda \in \tau$ è un' annotazione costante allora $P \lambda$ è una formula (atomica).
2. Se P è un simbolo proposizionale e $\mu \in \tau$ è una costante di annotazione allora $P \mu$ è una formula (atomica).
3. Se A e B sono formule, allora $(\neg A)$, $(A \wedge B)$, $(A \vee B)$ $(A \rightarrow B)$ sono formule.
4. Un' espressione è una formula se e solo se è stata ottenuta dall' applicazione di regole precedenti.

Intuitivamente la formula $P(\mu, \lambda)$ può essere letta in questo modo: “ Credo in P con evidenza favorevole μ e evidenza sfavorevole λ . La formula $(\neg A)$ è letta come “ negazione o negazione debole di A”; $(A \wedge B)$ come “ la combinazione di A e B ”, $(A \vee B)$ “ disgiunzione di A e B”.

Considerazioni sulla Logica Paraconsistente Annotata con due valori –

LAP2v

Nel reticolato di Hasse con due valori di annotazione , dove $\tau = \{(\mu, \lambda) \mid \mu, \lambda \in [0,1]\} \sqsubset R$.

Se P è una formula di base, l' operatore $\sim: \tau \rightarrow \tau$ è ora definito come :

$\sim[(\mu, \lambda)] = (\lambda, \mu)$ dove $\mu, \lambda \in [0,1]\} \sqsubset R$, si considera (μ, λ) un' annotazione di P.

La LPA2v è associata ad un reticolo di quattro vertici come è mostrato nella figura sottostante. Si osserva che ad ogni vertice viene associato un simbolo logico che corrisponde agli stati estremi, come visto precedentemente. La corrispondente annotazione composta da due valori si può osservare nei quattro vertici reticolati della figura 15.

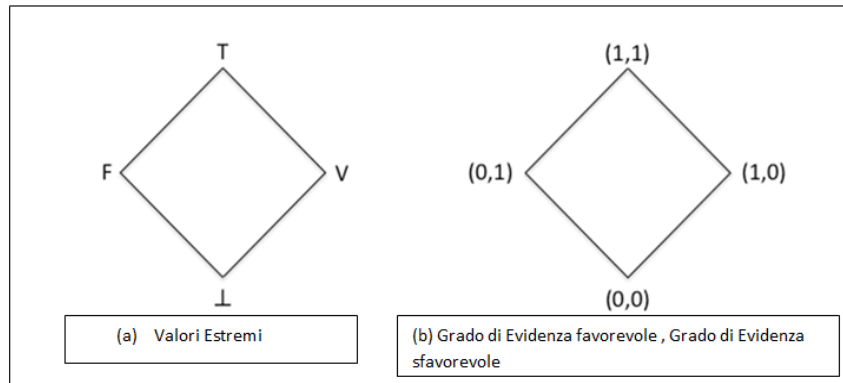


Figura 11 Reticolo rappresentativo della Logica Paraconsistente Annotata con due valori (LPA2v)

Si possono relazionare gli stati logici estremi rappresentati nei quattro vertici del reticolato con i valori del grado di evidenza favorevole e sfavorevole come segue :

- $PT=P(1,1) \rightarrow$ l' annotazione, costituita dai gradi di evidenza favorevole e sfavorevole, assegna alla proposizione P il significato intuitivo tale che essa è inconsistente.
- $PV=P(1,0) \rightarrow$ l' annotazione, costituita dai gradi di evidenza favorevole e sfavorevole, assegna alla proposizione P il significato intuitivo tale che essa è vera .
- $PF=P(0,1) \rightarrow$ l' annotazione, costituita dai gradi di evidenza favorevole e sfavorevole, assegna alla proposizione P il significato tale che essa è falsa.
- $P\perp=P(0,0) \rightarrow$ l' annotazione, costituita dai gradi di evidenza favorevole e sfavorevole, assegna alla proposizione P il significato intuitivo tale che essa è indeterminata.

Considerando i valori nei segnali che adesso compongono le annotazioni attraverso un' analisi è possibile ottenere il valore dello stato logico risultante.

Negazione Logica della LPA2v

Sia $P(\mu, \lambda)$ una proposizione annotata, allora: $\neg P(\mu, \lambda) = P(\lambda, \mu)$. Ad esempio, la proposizione P “Lo studente superò l’ esame”. Le osservazioni riguardanti la conoscenza di questa proposizione risultano con un’ evidenza totale favorevole ed evidenza sfavorevole nulla, nella seguente forma annotata: $P(1,0)$.

Analizzando la sua negazione logica ci si rende conto che è equivalente dire “ Io credo che lo studente superò l’ esame con un’ evidenza sfavorevole nulla e totale evidenza sfavorevole”, che è:

$$\neg P(1,0) \leftrightarrow P\sim(1,0) \leftrightarrow P(0,1).$$

Pertanto, è facile osservare che $\neg P(\mu, \lambda)$ è uguale a $P(\lambda, \mu)$, che a sua volta è uguale $P\sim(\mu, \lambda)$.

Dunque, la negazione logica è la stessa proposizione P con i Gradi di Evidenza invertiti. Il Grado di Evidenza favorevole $\neg P(\mu, \lambda)$ è il Grado di Evidenza sfavorevole $P(\mu, \lambda)$, ed il Grado di evidenza sfavorevole $\neg P(\mu, \lambda)$ è il Grado di evidenza favorevole $P(\mu, \lambda)$.

Vi è quindi un naturale operatore definito su τ che ricopre il ruolo di negazione connettiva della logica annotata:

$\sim: \quad | \tau | \rightarrow | \tau |$, $\sim(\mu, \lambda) = (\lambda, \mu)$. Ciò porta ad affermare un’ importante proprietà nella logica LPA2v: possiamo considerare le proposizioni $\neg P(\mu, \lambda)$ e $P(\lambda, \mu)$ equivalenti, in altri termini

$$\neg P(\mu, \lambda) \rightarrow P\sim(\mu, \lambda).$$

Interpretazione algebrica della LPA2v

Nell’applicazione della Logica Paraconsistente Annotata, i segnali e le informazioni sono una forma di annotazione o grado di evidenza relativi ad una data proposizione. Vediamo anche che una Logica Paraconsistente Annotata (LPA) è strutturata in formule proposizionali che sono accompagnate da annotazioni. Nella sua rappresentazione ciascun annotazione appartiene ad un reticolo τ che attribuisce valori alla sua corrispondente formula proposizionale. Nello studio della Logica Paraconsistente delle annotazioni con due valori (LAP2v) l’annotazione consiste in una coppia ordinata dove: un valore rappresenta il grado di veridicità della proposizione P e un secondo

valore il contrario. Il grado di evidenza favorevole viene indicato dalla lettera μ e il grado di evidenza sfavorevole con la lettera λ . Nel reticolo di fig. 15 della LPA2v, associamo al vertice superiore il simbolo T(inconsistente), al vertice inferiore il simbolo \perp (Indeterminato), al vertice destro la lettera V (vero) al vertice sinistro la lettera F (falso).

Il quadrato Unitario nel piano cartesiano (QUPC)

Per una migliore rappresentazione di un' annotazione nella logica LAP2v, e per trovare una metodologia di interpretazione nel suo reticolo rappresentativo τ che permetta di utilizzare la Logica Paraconsistente nel trattamento delle incertezze, sono effettuate alcune interpretazioni algebriche. Tali studi portano al Quadrato Unitario nel Piano Cartesiano QUPC o reticolo rappresentativo della LPA2v. Inizialmente viene adottato un sistema di coordinate cartesiane nel piano, e quindi le annotazioni di una data proposizione saranno rappresentate dai punti del piano. Definiamo il quadrato unitario QUPC o reticolo τ come un sistema di coordinate che ha sugli assi λ e μ .

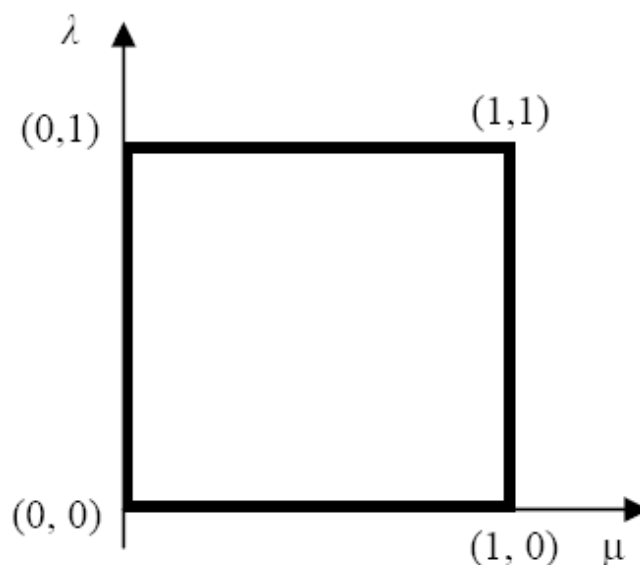


Figura 12 Quadrato Unitario nel Piano Cartesiano (QUPC)

Nel QUPC i valori del grado di evidenza favorevole μ si trovano sull'asse x, e i valori del grado

di evidenza sfavorevole λ , sull'asse y. In questo sistema di coordinate adottato le annotazioni di τ si identificano con differenti punti nel piano. Si associa a T (1,1), a \perp (0,0) a V (1,0) e a F (0,1).

Relazioni algebriche tra QUPC e reticolo LPA2v

Nella nostra notazione una coppia (μ, λ) può essere identificata come un punto del piano in un altro sistema. Effettuando delle trasformazioni geometriche (aumento di scala di $\sqrt{2}$, rotazioni di 45° rispetto all'origine, traslazione lungo l'asse y) arriviamo ad un reticolo munito di un altro sistema di coordinate, in cui il punto T ha coordinate (0,1), il punto \perp coordinate (0,-1), il punto V, coordinate (1,0) e il punto F coordinate (-1,0). Dall'equazione di trasformazione $T(x,y) = (x-y, x+y-1)$ è possibile convertire i punti di QUPC che rappresentano le annotazioni di τ nei punti di L (nuovo sistema di riferimento) che rappresentano ancora le annotazioni di τ . Rappresentando le componenti della trasformazione $T(x,y)$ conformemente alla simbologia utilizzata nella LPA2v si ha che:

$$T(x,y) = T(\mu, \lambda).$$

Denominiamo grado di certezza $G_c = \mu - \lambda$.

Dove:

μ = grado di evidenza favorevole

λ = grado di evidenza sfavorevole

Il valore del grado di certezza pertanto varia nell'intervallo chiuso $-1, +1$ di numeri reali e si trova sull'asse orizzontale del reticolo che denominiamo asse del grado di certezza. Quando G_c risulta 1 significa che lo stato logico risultante dall'analisi paraconsistente è Vero, se invece assume il valore -1 vuol dire che quello stato logico è Falso.

Denominiamo grado di Contraddizione $G_{ct} = \mu + \lambda - 1$.

I valori del grado di contraddizione variano nell'intervallo chiuso $-1, +1$ di numeri reali e si trovano sull'asse verticale del reticolo che denominiamo asse del grado di contraddizione. Quando G_{ct} è uguale a +1 significa che lo stato logico corrispondente è Inconsistente, se assume valore -1

vuol dire che lo stato logico è Indeterminato.

2.5.4.3 Dai Gradi di Certezza e Contraddizione ai Gradi di Evidenza

Dai valori del grado di Certezza e Contraddizione è possibile ottenere i valori delle annotazioni rappresentate attraverso il grado di Evidenza favorevole μ e di Evidenza sfavorevole λ .

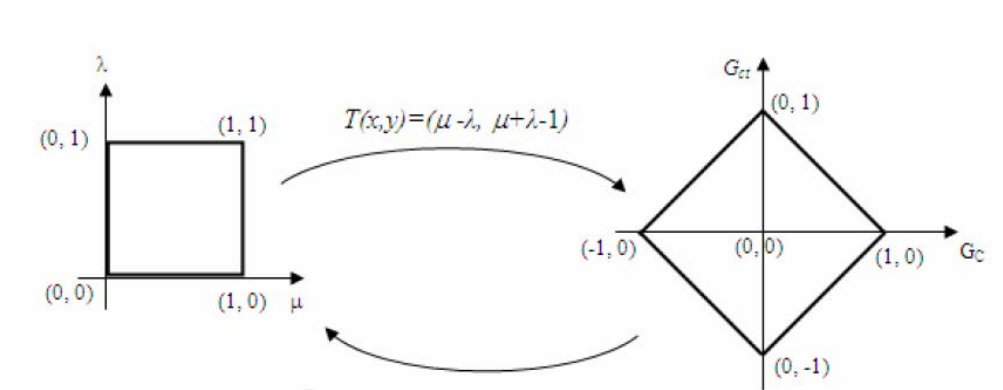


Figura 13 Conversione dei valori tra QUPC e il reticolo rappresentativo di LAP2v

Pertanto dalle trasformazioni effettuate otteniamo:

$$T(\mu, \lambda) = (G_c, G_{ct})$$

Relazioni geometriche tra QUPC ed il reticolo di LPA2v

Una rappresentazione dei valori di Evidenza nel quadrato unitario nel piano cartesiano permette nel reticolato rappresentativo di LPA2v una facile visualizzazione del grado di contraddizione G_{ct} e di certezza G_c . Pertanto, a partire dai valori del grado di Evidenza favorevole e di Evidenza sfavorevole nei suoi assi x e y, rispettivamente, si può effettuare un'analisi geometrica per ottenere due valori di G_c e G_{ct} come si osserva in figura:

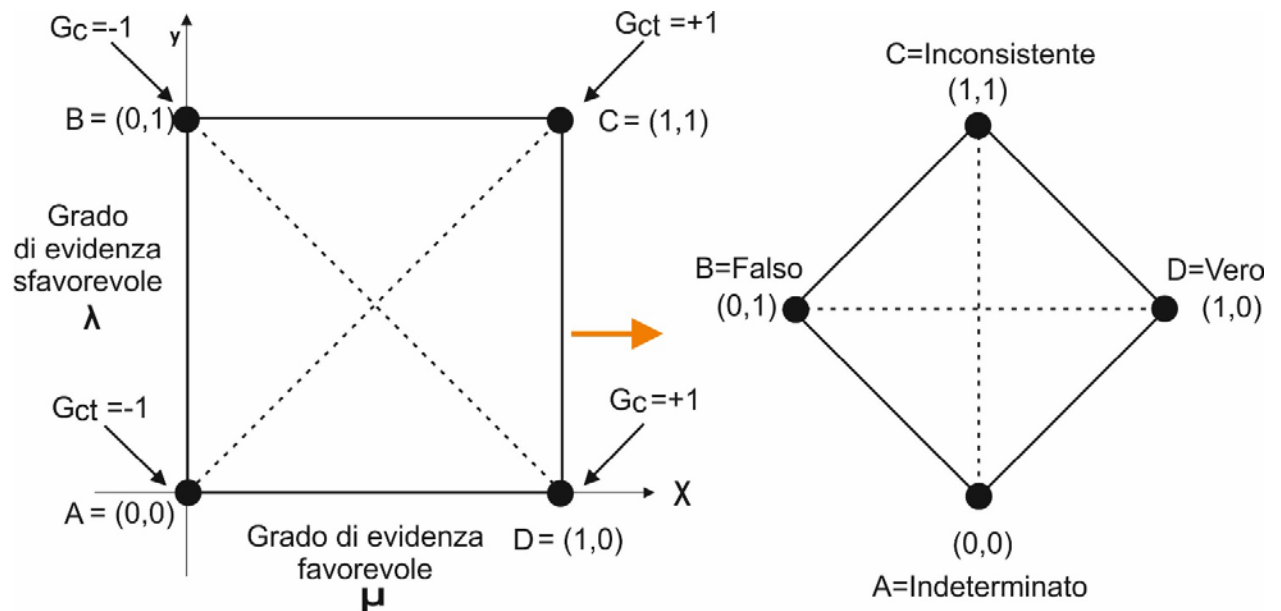


Figura 14 Rappresentazioni geometriche del Quadrato Unitario nel Piano Cartesiano QUPC e il Reticolo della LPA2v

Così come visto a partire dal quadrato unitario si può calcolare G_{ct} e G_c e viceversa da quest'ultimi μ e λ . Conformemente all'interpretazione geometrica vista precedentemente in un sistema di analisi Paraconsistente che usa la Logica LPA2v, il valore del Grado di Contraddizione e di Certezza è la distanza tra i punti di interpolazione del grado di Evidenza favorevole e sfavorevole (μ, λ) ai segmenti BD e AC di QUPC. In un modello decisionale nell'IA in cui i valori in ingresso sono i gradi di Evidenza, è attraverso i valori ottenuti del grado di Contraddizione e di Certezza che il sistema potrà prendere delle decisioni. Poiché il grado di Evidenza può variare nell'intervallo

chiuso di numeri reali tra 0 e 1, il grado di contraddizione varierà tra -1 e 1. Questi risultati possono essere verificati nel QUPC nella figura precedente in cui si verifica che il valore di G_{ct} corrisponde alla distanza del punto di interpolazione tra il Grado di Evidenza Favorevole e Sfavorevole (μ, λ) alla retta che collega il punto $D=(1,0)$ -vero al punto $B=(0,1)$ -falso. Il valore $G_{ct} = -1$ che vediamo nel punto $A=(0,0)$ rappresenta una contraddizione massima negativa e il valore $G_{ct} = +1$ che vediamo nel punto $C=(1,1)$ significa che abbiamo una contraddizione massima positiva. In pratica, i sensori che hanno a che fare con situazioni reali di conoscenza incerta quando rilevano valori che si avvicinano a queste zone, portano informazioni contraddittorie. Quanto più i punti di interpolazione tra i gradi di Evidenza favorevole e sfavorevole (μ, λ) si avvicinano al segmento BD , minore sarà il valore del Grado di Contraddizione. Questa diminuzione di G_{ct} rappresenta una minore contraddizione tra le informazioni in entrata. Si è visto che quando $\mu + \lambda = 1$, il grado di contraddizione è 0 e il punto di interpolazione si trova sulla retta BD . In questo caso, non ci sarà nessuna contraddizione tra i segnali in ingresso indicando che i dati relativi alla proposizione analizzata non si contraddicono. Un semplice controllo in QUPC mostra che il valore del Grado di certezza G_c corrisponde alla distanza del punto di interpolazione tra il grado di Evidenza favorevole e sfavorevole alla retta che unisce il punto $A(0,0)$ -Indeterminato al punto $C=(1,1)$ - Inconsistente. Il valore di $G_c = -1$ che corrisponde al punto $B=(0,1)$ significa intuitivamente che abbiamo una massima certezza nella negazione della proposizione. D'altra parte un valore di $G_c = +1$, che corrisponde al punto $D=(1,0)$, significa intuitivamente che abbiamo massima certezza nell'affermazione della proposizione. Quanto più i punti di interpolazione tra il grado di Evidenza sfavorevole o favorevole (μ, λ) si avvicineranno al segmento AC , minore sarà il grado di Certezza. Questa diminuzione di valore G_c rappresenta una minore certezza tra informazioni in ingresso perché significa una maggiore coincidenza tra i gradi di Evidenza favorevoli e sfavorevoli relativamente alla proposizione. Nelle situazioni in cui $\mu = \lambda$ risulta un grado di certezza uguale a 0 e il punto di interpolazione si trova sul segmento AC . In questi casi, a causa della contraddizione esistente non ci sarà certezza, ma solo indeterminazione tra i segnali. Nella pratica, i sensori che si basano sulla Logica Paraconsistente quando ricevono informazioni vicine a tali Gradi di Certezza porteranno informazioni consistenti sulla proposizione analizzata. Questi valori dei Gradi di Certezza G_c e Contraddizione G_{ct} , esprimendo la vicinanza o meno dei punti di interpolazione dai vertici del reticolo $LPA2v$, in un progetto di analisi dell'IA forniscono decisioni più corrette e complete.

Rappresentazione del Reticolo associato alla LPA2v costruito con i valori del Grado di Contraddizione e del Grado di Certezza

Il Grado di Certezza e di Contraddizione possono essere calcolati dalle due equazioni:

- $G_c = \mu - \lambda$
- $G_{ct} = \mu + \lambda - 1$

Servendoci del quadrato unitario nel piano cartesiano possiamo calcolare i due valori per qualsiasi coppia del grado di Evidenza favorevole e sfavorevole. Per tutti i valori possibili del grado di Evidenza, i valori ottenuti del Grado di Certezza si trovano su una retta orizzontale del reticolo associato alla Logica Paraconsistente Annotata.

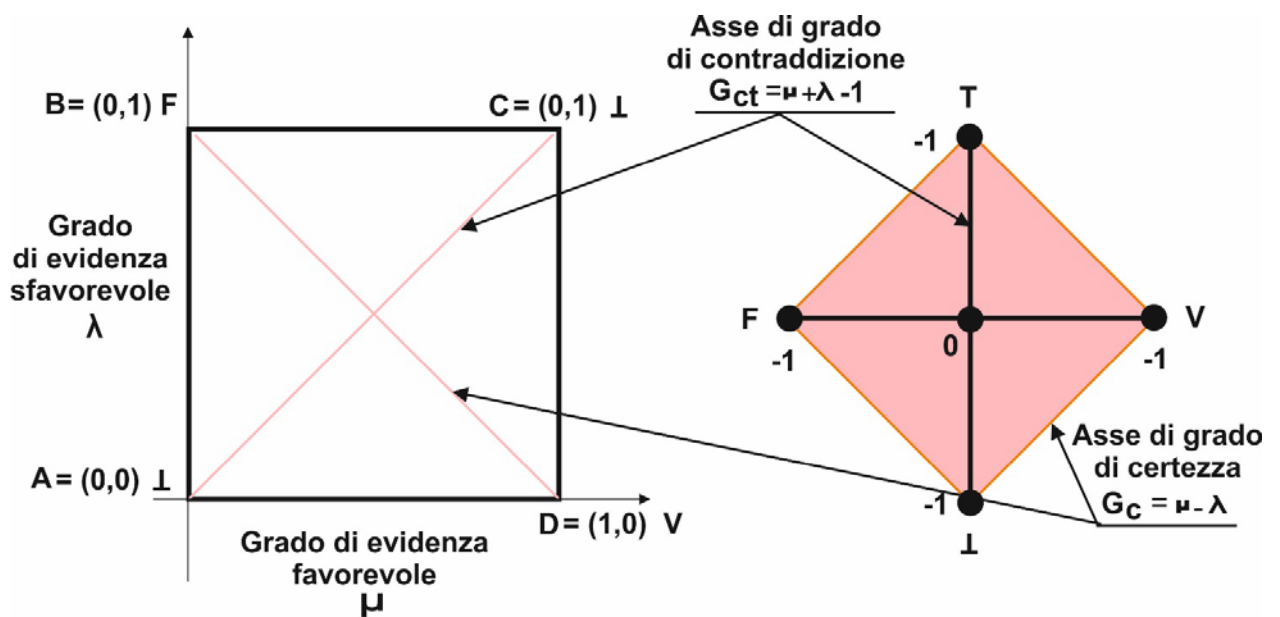


Figura 15 Rappresentazione degli assi di Certezza e di Contraddizione del Reticolo con i valori

Questi valori, disposti orizzontalmente vanno a formare un asse denominato “asse del grado di certezza”. Allo stesso modo, per tutti i valori possibili del grado di Evidenza, i valori del Grado di Contraddizione ottenuti si trovano su un asse denominato “asse del grado di contraddizione”. Siccome i valori del Grado di Contraddizione e di Certezza costituendo una rappresentazione del reticolo associato a LPA2v, possiamo fare alcune considerazioni sui risultati di un’analisi

paraconsistente. Inizialmente prendiamo sull'asse orizzontale o di Certezza, due valori limite esterni e arbitrari denominati:

V_{sc} =valore superiore di controllo della Certezza

V_{ic} = valore inferiore di controllo di Certezza.

Questi due valori determinano nell'analisi quando il grado di certezza risultante è alto o sufficiente affinché una proposizione analizzata sia considerata come totalmente vera o totalmente falsa. Il prendere decisioni in un sistema di analisi paraconsistente in relazione all'asse della certezza sarà considerato sulla base delle seguenti verifiche:

- a) il valore superiore di controllo della certezza V_{sc} darà una misura positiva minima tollerabile dello stato logico risultante Vero.
- b) il valore inferiore di controllo di Certezza V_{ic} darà la misura negativa minima tollerabile dello stato logico risultante Falso.
- c) valori intermedi tra controllo di certezza positiva e negativa saranno considerati Indefiniti

Allo stesso modo, prendiamo due valori limite sull'asse verticale o della contraddizione, esterni e arbitrari denominati:

V_{scd} = valore superiore di controllo della contraddizione

V_{icd} =valore inferiore di controllo della contraddizione

Questi due valori determinano o quando il valore del Grado di contraddizione risultante dall'analisi è alto ,da cui si può considerare una proposizione totalmente inconsistente o totalmente indeterminata. Come processo decisionale in un sistema di analisi paraconsistente in relazione all'asse di Contraddizione sarà considerato a partire dalle seguenti verifiche:

- a) valore superiore di controllo della Contraddizione V_{scd} darà la misura massima positiva tollerabile che individua lo stato logico Inconsistente.
- b) il valore inferiore di controllo della Contraddizione V_{icd} darà la misura massima negativa tollerata che darà luogo allo stato logico Indeterminato.

- c) I valori tra la misura massima positiva del valore superiore del controllo della contraddizione e la misura massima negativa del valore inferiore di controllo della contraddizione saranno considerati Indefiniti.

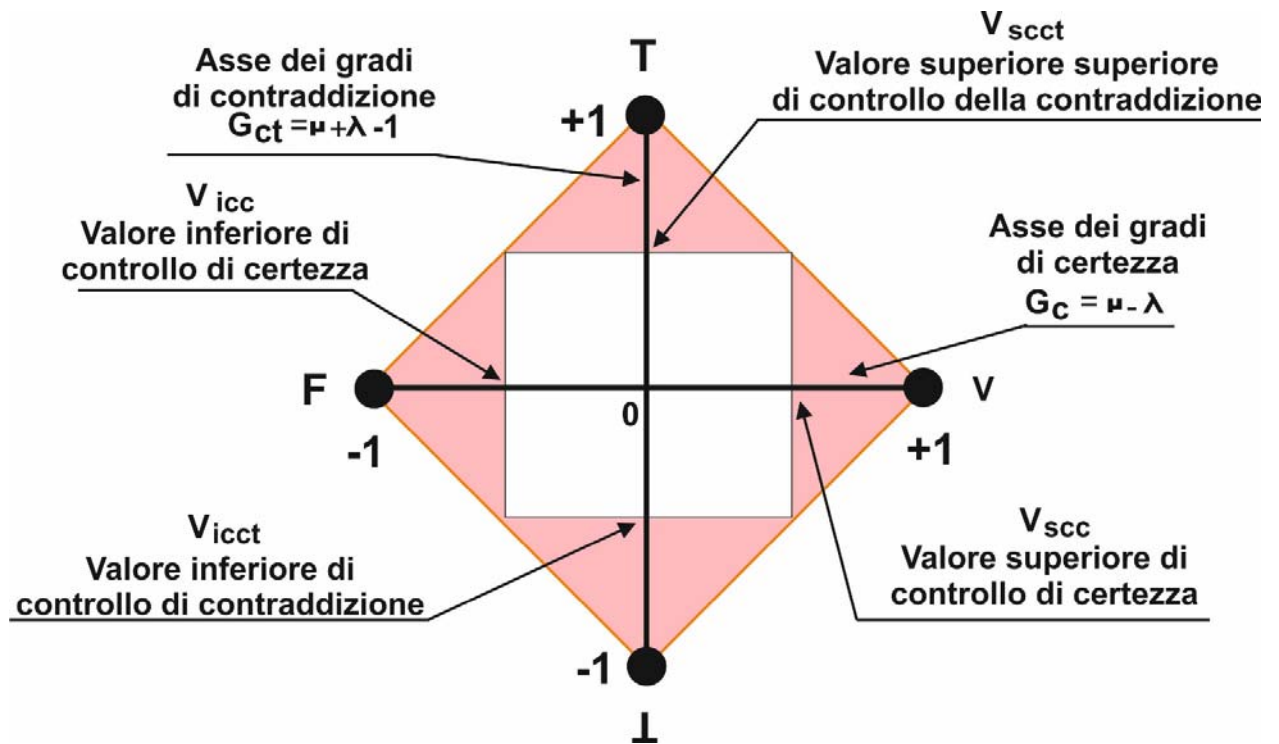


Figura 16 Rappresentazione del reticolo con i valori di controllo limite indicati sugli assi

Con i procedimenti fatti nel QUPC e nella rappresentazione del reticolo, si può fare una rappresentazione della Logica Paraconsistente Annotata per mezzo di equazioni. Questo procedimento facilita la costruzione dell'algoritmo e la creazione di un Sistema di Analisi Paraconsistente attraverso il processo computazionale.

2.6 L'Algoritmo "Para-Analisador"

Introducendo il calcolo dei valori degli assi che compongono la figura rappresentativa il reticolo dell' LPA2v, è possibile dividerlo e delimitare internamente, definendo diverse regioni di varie dimensioni e formati, ottenendo così lo stesso una sua discretizzazione. A partire dalle regioni delimitate dal reticolo possiamo mettere in relazione stati logici risultanti i quali a loro volta saranno ottenuti dalle interpolazioni di G_c e G_{ct} . Pertanto per ciascun punto di interpolazione tra alcuni gradi di Certezza e di Contraddizione, ci sarà una singola regione delimitata nel reticolo corrispondente allo stato logico risultante dall'analisi. Il numero di regioni in cui sarà suddiviso il reticolo dipende dalla precisione richiesta all' analisi. Nella figura sottostante tali regioni sono dodici. Così alla fine dell'analisi si otterrà come risposta al problema decisionale uno dei 12 stati logici possibili.

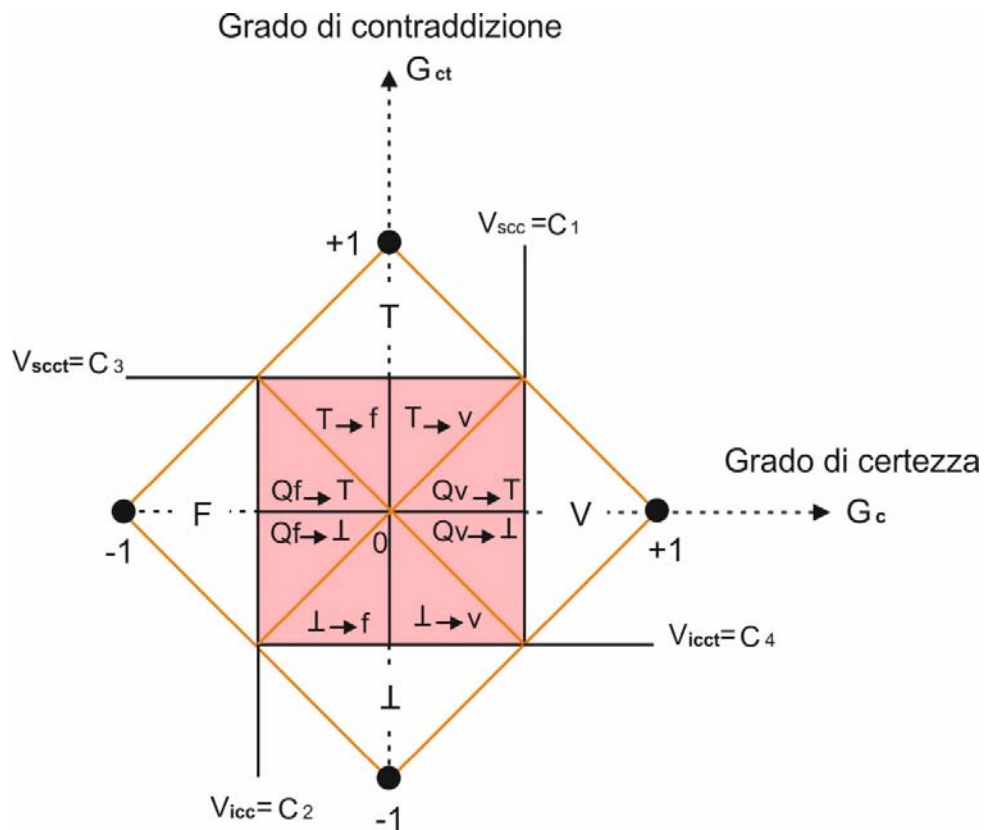


Figura 17 Rappresentazione del reticolo LPA2v sezionato nelle dodici regioni che originano i dodici stati logici risultanti

In questa rappresentazione si osserva che al di là degli stati logici conosciuti situati ai quattro vertici del reticolo corrispondono quattro stati logici estremi, e che ciascuno degli otto stati logici interni ha un nome e una simbologia dipendente dalla sua vicinanza dagli stati logici estremi. Sulla base della precedente figura possiamo fare una descrizione del reticolo ottenendo un algoritmo LPA2v denominato “dell’analista”. L’algoritmo descrive le regioni delimitate con i valori dei gradi G_{ct} e G_c ottenuti dalle equazioni e li confronta con i valori limite per ottenere l’analisi sulle informazioni che possono essere Inconsistenti. Gli stati logici che sono rappresentati nelle regioni che occupano i vertici del reticolo: Vero, Falso, Inconsistente e Indeterminato sono detti Stati Logici Estremi. Gli stati logici rappresentati dalle regioni interne, che non sono vicine ai vertici del reticolo, sono detti Non Estremi.

Simbolicamente indicheremo i quattro stati logici estremi e gli otto non estremi in questo modo:

$T \rightarrow$ Inconsistente

$F \rightarrow$ Falso

$\perp \rightarrow$ Indeterminato

$V \rightarrow$ Vero

Gli stati logici non estremi:

$\perp \rightarrow f \Rightarrow$ Indeterminato tendente al falso

$\perp \rightarrow v \Rightarrow$ Indeterminato tendente al vero

$T \rightarrow f \Rightarrow$ Inconsistente tendente al Falso

$T \rightarrow v \Rightarrow$ Inconsistente tendente al Vero

$Q_v \rightarrow T \Rightarrow$ Quasi vero tendente all’Inconsistente

$Q_f \rightarrow T \Rightarrow$ Quasi falso tendente all’Inconsistente

$Q_f \rightarrow \perp$ Quasi-falso tendente all’ Indeterminato

$Q_v \rightarrow \perp$ Quasi-vero tendente all’ Indeterminato

I valori delle variabili in ingresso sono rappresentati da:

$\mu \Rightarrow$ grado di evidenza favorevole

$\lambda \Rightarrow$ grado di evidenza sfavorevole

e i valori

$G_{ct} \Rightarrow$ Grado di Contraddizione, cioè :

$$G_{ct} = \mu + \lambda - 1 \quad \text{con } 0 \leq \mu \leq 1 \quad \text{e} \quad 0 \leq \lambda \leq 1$$

$G_C \Rightarrow$ Grado di Certezza, cioè

$$G_C = \mu - \lambda \quad \text{con } 0 \leq \mu \leq 1 \quad \text{e} \quad 0 \leq \lambda \leq 1$$

Le variabili di controllo per funzioni di ottimizzazione sono:

$V_{sc} \Rightarrow$ Valore Superiore di Controllo della Certezza

$V_{sct} \Rightarrow$ Valore Superiore di Controllo della Contraddizione

$V_{ic} \Rightarrow$ Valore Inferiore del Controllo della Certezza.

$V_{ict} \Rightarrow$ Valore Inferiore del Controllo della Contraddizione.

Con tutte le variabili e i valori legati al reticolo associato alla LPA2v, è stata fatta una descrizione degli ingressi e le uscite coinvolti nel processo di analisi paraconsistente. Attraverso diverse risposte descrittive, ottenute come risultato, si rappresenta l' algoritmo per implementare un programma di calcolo.

L'Algoritmo "Para-Analizador" della Logica Paraconsistente Annotata con due valori di annotazione LPA2v

Di seguito i passaggi dell'Algoritmo "Para-Analisador" della LPA2v:

➤ **Definizione dei Valori limite dell'algoritmo**

$V_{sc} = C1$ (Definizione del valore superiore di controllo di Certezza)

$V_{ic} = C2$ (Definizione del valore inferiore di controllo di Certezza)

$V_{sc} = C3$ (Definizione del valore superiore di controllo di Contraddizione)

$V_{ic} = C4$ (Definizione del valore inferiore di controllo di Contraddizione)

➤ **Variabili in ingresso:**

λ

μ

➤ **Variabili di uscita**

Uscita discreta = S1

Uscita analogica = S2a

Uscita analogica = S2b

➤ **Espressioni matematiche:**

$0 \leq \mu \leq 1$ e $0 \leq \lambda \leq 1$

$G_c = \mu - \lambda$

$G_{ct} = \mu + \lambda - 1$

➤ **Determinazione degli stati logici estremi**

Se $G_c \geq C1$ allora S1 = V

Se $G_c \leq C2$ allora S1 = F

Se $Gct \geq C3$ allora $S1 = T$

Se $Gct \leq C4$ allora $S1 = \perp$

➤ **Determinazione degli stati logici non estremi**

Per $0 \leq GC < C1$ e $0 \leq Gct < C3$

se $GC \geq Gct$ allora $S1 = Qv \rightarrow T$

altrimenti $S1 = T \rightarrow v$

Per $0 \leq GC < C1$ e $C4 < Gct \leq 0$

se $GC \geq |Gct|$ allora $S1 = Qv \rightarrow \perp$

altrimenti $S1 = \perp \rightarrow v$

Per $C2 < GC \leq 0$ e $C4 < Gct \leq 0$

se $|GC| \geq |Gct|$ allora $S1 = Qf \rightarrow \perp$

altrimenti $S1 = \perp \rightarrow f$

Per $C2 < GC \leq 0$ e $0 \leq Gct < C3$

se $|GC| \geq Gct$ allora $S1 = Qf \rightarrow T$

altrimenti $S1 = T \rightarrow f$

$Gct = S2a$

$Gc = S2b$

FINE

Implementazione ed Applicazione dell'Algoritmo "Para-Analisador"

In un sistema di analisi paraconsistente i valori attribuiti ai gradi di Evidenza favorevole o sfavorevole hanno come obiettivo di dare risposta al problema dei segnali contraddittori. Ciò si

realizza raccogliendo fatti, e per migliorare l'analisi è utilizzato l'algoritmo "Para-Analisador", il sistema proverà a modificare il suo comportamento affinché l'intensità della contraddizione diminuisca. Poiché i valori dei gradi di Evidenza favorevoli e sfavorevoli sono compresi tra 0 e 1, possiamo ottenere in qualsiasi momento in uscita valori del grado di Certezza e Contraddizione. Da questi valori considerati come uscite valuteremo la certezza della proposizione e se c'è oppure no una contraddizione. Utilizzando l'algoritmo "Para-Analisador" il sistema potrà anche generare una decisione, basata su uno dei dodici stati logici, ottenuta dal confronto dei valori di controllo e dei gradi di Certezza e di Contraddizione. Nel procedimento pratico utilizzato da LPA2v, i gradi di Evidenza favorevole e sfavorevole sono considerati come informazioni di ingresso del sistema e gli stati logici, che rappresentano i vertici del reticolo e i punti interni, sono dati in uscita risultanti dall'analisi paraconsistente. In sequenza un Sistema di Controllo Paraconsistente che usa l'algoritmo "Para-Analisador" consta di tre fasi :

1. Il sistema riceve le informazioni

Generalmente questi valori provengono da sensori o esperti e sono normalizzati per cui :

Le informazioni sono due valori variabili e indipendenti:

- a) Il Grado di Evidenza favorevole ,che è un valore tra 0 e 1
- b) Il Grado di Evidenza sfavorevole ,che è un valore tra 1 e 0

2. Il sistema elabora

Utilizzando le equazioni:

- a) $G_{ct} = \mu + \lambda - 1$ per trovare il valore di Contraddizione
- b) $G_c = \mu - \lambda$ per trovare il valore di Certezza.

3. Il sistema conclude

Utilizza come condizioni:

- a) Se esiste un alto grado di Contraddizione allora non esiste Certezza nella decisione presa, per cui deve cercare altre informazioni;
- b) Se esiste un basso grado di contraddizione allora può formulare una conclusione a condizione che ci sia anche un elevato grado di certezza.

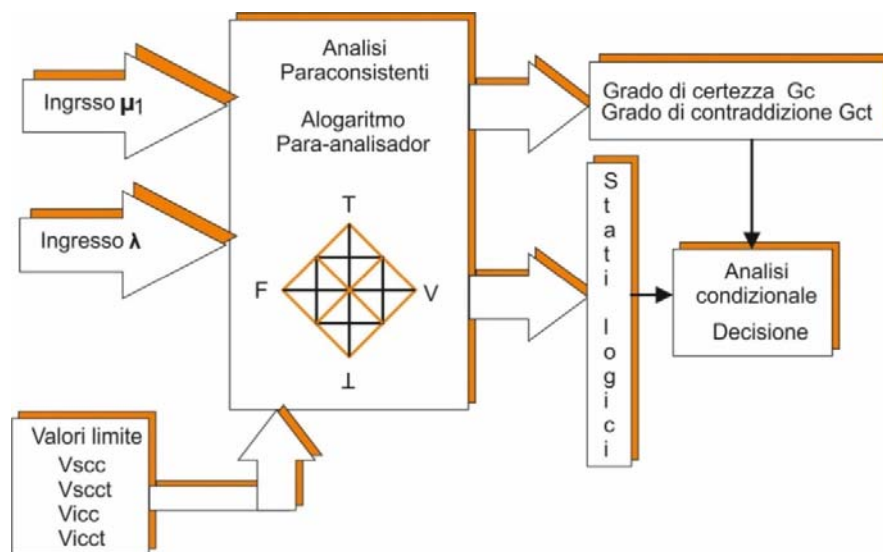


Figura 18 Rappresentazione di un tipico sistema di analisi paraconsistente utilizzando il reticolo LPA2v ripartito nelle dodici regioni delimitate

Dobbiamo tener conto che quest'alto grado di Contraddizione e di Certezza può essere negativo o positivo, questi valori devono essere considerati in modulo e i limiti che definiscono se è alto o basso è una decisione che dipende esclusivamente dai valori limite stabiliti da rettifiche esterne.

Applicazione dell'Algoritmo "Para-Analisador" in Robotica: Il Robot Autonomo Emmy

Tale algoritmo è stato utilizzato per la prima volta nel Robot EMMY che utilizzava la logica paraconsistente nel sistema di controllo degli ostacoli. In tale progetto l'analisi paraconsistente generava le condizioni per prendere decisioni relativamente ai tragitti da scegliere per deviare gli ostacoli in ambiente non strutturato. Il sistema Paraconsistente del Robot per facilitare l'analisi riceve due valori: Grado di Evidenza favorevole e Grado di Evidenza sfavorevole, con i quali calcola i gradi di Certezza e di Contraddizione. A partire dai risultati ottenuti il controllore Paraconsistente determina degli stati logici rappresentati dalle dodici regioni del reticolo.

In questa applicazione il controllore Paraconsistente capta informazioni sulla presenza di ostacoli lungo la traiettoria, utilizzando un circuito che trasforma distanze in tensioni elettriche attraverso dei sensori di ultrasuoni collegati ad un microprocessore. Il circuito dei sensori capta le distanze e le trasforma in due segnali di tensioni in uscita che variano tra 0 a 5 volt. Il segnale che rappresenta il Grado di Evidenza favorevole μ varia con l'ampiezza della tensione elettrica proporzionalmente

alla distanza del Robot dall'ostacolo, e il segnale rappresentativo del Grado di Evidenza sfavorevole λ varia in modo inversamente proporzionale all'ampiezza della tensione elettrica. Per cui, i due segnali di informazioni rappresentano i Gradi di Evidenza favorevole e di Evidenza sfavorevole relative alla proposizione "C'è un ostacolo davanti."

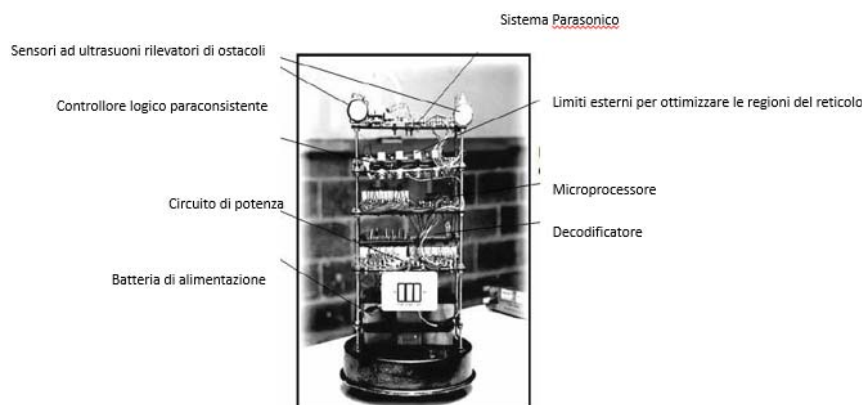


Figura 19 Robot Autonomo Emmy- costituenti principali

Nel controllore basato sulla logica Paraconsistente sono considerati i valori di μ e λ in ingresso e in uscita i valori G_c e G_{ct} , che si ottengono come valori analogici. Inoltre viene generata una stringa costituita da 12 cifre. In ogni stringa la cifra attiva corrisponde all'uscita risultante e cioè allo stato logico corrispondente. Con i valori dei gradi di Certezza e di Contraddizione calcolati, il controllore seleziona uno degli stati logici tra i 12 del reticolo come soluzione al processo decisionale. Il processo decisionale nel caso della deviazione dell'ostacolo si basa sui risultati ottenuti dall'algoritmo. Per un grado di Certezza prossimo ad 1 e Grado di Contraddizione prossimo a 0 il punto interpolato si trova nella regione situata in prossimità del vertice che rappresenta lo stato logico Vero. Pertanto l'analisi afferma che esiste l'ostacolo di fronte confermando la deviazione. Per un Grado di Certezza prossimo a -1 e un Grado di Contraddizione 0 il punto interpolato si troverà nella regione prossima al vertice che rappresenta lo stato logico Falso. Pertanto l'analisi afferma che non c'è l'ostacolo davanti rifiutando la proposizione. In tal caso il Robot continua ad avanzare. Quando nelle due situazioni sopra il grado di contraddizione avesse valori prossimi a +1 e -1 vuol dire che il punto di interpolazione tra G_c e G_{ct} si situerà in regioni distanti dagli stati Vero o Falso, per cui la decisione è cercare di diluire le contraddizioni facendo avanzare il Robot con maggiore lentezza o deviare l'ostacolo con differenti angoli.

2.7 Applicazioni della Logica Paraconsistente In Informatica ed Intelligenza Artificiale

Nell' articolo "Paraconsistência em informática e inteligência artificial" (Newton da Costa & Abe, 2000) vengono trattate alcune applicazioni significative ottenute di recente nell' informatica e intelligenza artificiale come : ParaLog- linguaggio di programmazione paraconsistente, sistemi multi-agente, rappresentazione della conoscenza (frames), una nuova architettura per il calcolo computazionale basato sulla logica paraconsistente annotata e la realizzazione di circuiti elettronici paraconsistenti.

Programmazione nella Logica Paraconsistente

Le inconsistenze sorgono in modo naturale nella descrizione del mondo reale. Questo si verifica in diversi contesti. Tuttavia gli esseri umani sono in grado di ragionare in maniera adeguata. L'automazione di tale ragionamento richiede lo sviluppo di adeguate teorie formali. L'utilizzo di sistemi logici che consentono la manipolazione delle informazioni inconsistenti è un'area di crescente importanza nella scienza informatica, nelle basi di dati e nell'Intelligenza Artificiale. Ad esempio se un Ingegnere della Conoscenza⁸ sta progettando una base di conoscenza BC, in relazione ad un certo dominio D, è possibile consultare n esperti in questo dominio. Per tutti gli esperti consultati j, con $1 \leq j \leq n$, egli otterrà alcune informazioni e potrà rappresentare una certa logica come l' insieme di frasi BCj, con $1 \leq j \leq n$. Un modo semplice di combinare la conoscenza di tutti gli esperti in un unico sistema di conoscenza BC è quello di unire gli insiemi BCj ottenuti:

$$BC = \bigcup BC_j$$

Alcune basi BCj1 e BCj2 possono contenere conseguenze contraddittorie p e $\neg p$ (negazione di p). La base di conoscenza BC, tuttavia, non è un insieme di informazioni inutili. In effetti, alcuni

⁸ L'ingegneria della conoscenza è una disciplina che riguarda l'integrazione della conoscenza in sistemi informatici al fine di risolvere problemi complessi che tipicamente richiedono un alto livello di specializzazione umana. La disciplina si riferisce alla costruzione, manutenzione e sviluppo di sistemi basati sulla conoscenza. È correlata all'ingegneria del software ed è utilizzata in diverse aree dell'informatica quali l'intelligenza artificiale, le basi di dati, il data mining, i sistemi esperti e così via. L'ingegneria della conoscenza è anche correlata alla logica matematica e alle scienze cognitive (Wikipedia, 2015).

sottoinsiemi di BCj potrebbero essere consistenti ed esprimere importanti informazioni. Tali informazioni non possono non essere prese in considerazione. Il disaccordo tra gli esperti in un certo campo può essere significativo. Ad esempio se un medico M1 ritiene che un paziente X soffre di un cancro mortale, mentre un medico M2 afferma che lo stesso paziente è affetto da un tumore, ma benigno, probabilmente il paziente vorrà conoscere di più su tale discrepanza. Tale disaccordo è fondamentale, perché porta il paziente X a prendere decisioni appropriate: ad esempio, ottenere l'opinione di un terzo medico. Quest'ultimo caso dimostra che non è consigliabile trovare dei modi di escludere determinate formule, perché causa di inconsistenze nella base di conoscenza BC, in quanto molte volte si rimuovono informazioni importanti. In questi casi l'esistenza dell'inconsistenza è rilevante. Nonostante l'inconsistenza sia un fenomeno di grande importanza in certi ambienti di programmazione, specialmente in quelli che hanno un certo grado di distribuzione, essa non può essere manipolata, almeno direttamente, mediante la logica classica, su cui sono basati i principali linguaggi di programmazione. Quindi, dobbiamo ricorrere alle logiche alternative a quella classica. Diventa necessario allora cercare dei linguaggi di programmazione che si basano su tali logiche. Nei lavori di (Abe, Ávila, & Nakamatsu, 1999) è stata proposta una variante del linguaggio di programmazione Paralog che permette di trattare direttamente l'inconsistenza. Questa implementazione fu effettuata indipendentemente dai risultati di Subrahmanian e dei suoi collaboratori (Blair & Subrahmanian, 1988). Dunque la logica paraconsistente, anche se ha avuto inizialmente uno sviluppo puramente teorico, negli ultimi anni è possibile ritrovarla in applicazioni estremamente fertili in ambito informatico, evidenziando la sua fecondità di prospettive pratiche e tecnologiche.

Sistema multimodale paraconsistente

Il Sistema multi-agente è un argomento importante nell' IA. L'uso di sistemi modali per modellare la conoscenza e la scienza sono stati ampiamente considerati nell' IA. Sembra che il primo a considerare la conoscenza e la scienza in relazione alle macchine fu McCarthy (McCarthy, Binford, LUCKHAM, MANNA, WEYHRAUCH, & EARNEST, 1980). Successivamente, (Rosenschein, 1986), (Parikh & Ramanujam, 1985), (Rosenschein & Kaelbling), (Fischer & Immerman, 1986),

(Halpern & Fagin, 1989), (Halpern & Moses, 1990) , tra gli altri hanno affrontato la conoscenza nei sistemi multi-agente al di là di altri approcci.

Le idee fondamentali che furono alla base dei sistemi proposti da (Halpern & Fagin, 1989), (Halpern & Moses, 1990) possono essere sintetizzate come segue :

- A può essere letta in questo modo : L'agente i conosce A con $i, i = 1, \dots, n$.

Si può definire la conoscenza comune e la conoscenza distribuita in relazione ad operatori modali addizionali:

- G (tutto il gruppo G conosce),
- (c'è conoscenza in comune tra gli agenti in G),
- (e c'è conoscenza distribuita tra gli agenti in G) per qualsiasi sottoinsieme non vuoto di $G \{1, \dots, n\}$.

Quindi tali operatori sono studiati formalmente .Tuttavia, la maggior parte delle proposte esistenti usano estensioni della logica classica o almeno una parte, per quanto possibile, pur mantenendo le sue caratteristiche fondamentali. Prendendo in considerazione elementi di onniscienza logica, un concetto relativo che compare è quello della contraddizione. Alcuni autori considerarono tale problema dettagliatamente, tra essi Cresswell (1970, 1972, 1973). Altri autori hanno dimostrato come le diverse proprietà della conoscenza possono essere catturate imponendo determinate condizioni alle semantiche che consentono tali contraddizioni (vedi Wansing, 1990; Lipman 1992, 1994). Il vantaggio di ammettere la paraconsistenza e para-completezza nel sistema risulta evidente se si osserva che alcuni agenti possono effettivamente mentire sull' argomento o ignorare certe proposizioni: un agente può dichiarare A e $\neg A$ o che A e $\neg A$ non si verificano.

Abe et al. (1998) e Abe & Akama (1999) presentarono una classe di logiche multimodali paraconsistenti che sono, anche generalmente, paracomplete e non aletiche. Tali sistemi possono servire, ad esempio, per modellare la conoscenza paraconsistente (vedi anche Abe, 1994a).

Architettura Paraconsistente-Paranet

Nei lavori di Prado (1996), Prado et al. (1997) e Prado & Abe (1995) furono descritte le specifiche e il prototipo di un'architettura paraconsistente basate sulla logica paraconsistente annotata che integra vari sistemi informatici, basi di dati, sistemi etc. di una cella di produzione. Tali sistemi sono chiamati agenti. Nei settori applicativi come il controllo di un robot e le celle di produzione flessibili, la complessità del controllo aumenta proporzionalmente all'incremento e alla varietà di informazioni, input proveniente dal mondo esterno al sistema. Per affrontare tali complessità, e affinché il metodo sia adatto per queste nuove situazioni il tempo deve essere impostato a seconda dell'importanza del campo di applicazione e il controllo non deve essere centralizzato. Tale decentralizzazione, tuttavia, non è facile da implementare: paradossalmente, può portare ad un aumento del tempo per la necessità di risolvere il problema, esso può interferire con la coerenza del processo di risoluzione. Per evitare questo fenomeno, l'architettura specifica:

- come ogni agente utilizzerà le sue conoscenze, piani, obiettivi e competenze nel processo di risoluzione;
- come ogni agente si comporterà di fronte ad informazioni inesatte e inconsistenti (incoerenti);
- come e quando ogni agente trasferirà ad altri agenti i suoi piani, obiettivi, competenze, e credenze;
- come ogni agente rappresenterà le informazioni ricevute da altri agenti e le sue credenze nelle informazioni.

Infine, l'architettura proposta comprende sia i sistemi computazionali esistenti, che meccanismi di cooperazione, coordinamento e manipolazione dell'inconsistenza, riducendo lo sforzo richiesto per integrarli. Unendo i concetti e le tecniche dell'IA distribuita e la logica paraconsistente annotata, l'architettura proposta Paranet consente agli agenti anche di lavorare collaborando anche in presenza di dati e risultati incompatibili, per raggiungere uno scopo comune o obiettivi diversi. Nei sistemi dell'IA distribuita, gli agenti sono i componenti di una rete, e ciascuno di essi contiene solo la propria percezione locale di un problema da risolvere. In un'elaborazione distribuita tradizionale, è

necessario un intenso scambio di messaggi tra i nodi della catena per fornire loro le informazioni necessarie per l'elaborazione ed il controllo locale di ciascun nodo. Da questi intensi risultati di comunicazione derivano le prestazioni del sistema e gli alti tempi di sincronismo nel processo degli agenti. Un possibile modo per velocizzare la comunicazione e aumentare la sincronicità tra gli agenti è consentire la produzione di risultati parziali, incompleti o non corretti. O, anche, risultati inconsistenti e / o paracompleti, confrontati con i risultati parziali ottenuti da altri agenti. Questo tipo di elaborazione richiede come soluzione un'architettura che consenta la collaborazione tra gli agenti, così che i risultati parziali di ognuno possano essere rivisti e relazionati con le informazioni ottenute durante l'interazione con gli altri agenti. Negli ultimi due decenni, sono state proposte alcune architetture dell'IA distribuita in diversi ambiti, che vanno dai segnali di integrazione alle applicazioni industriali. Tali architetture, tuttavia, non affrontano il concetto di inconsistenza. Nella maggior parte di esse, solo i dati più recenti sono considerati nel processo di risoluzione. I dati storici (a prescindere dalla fonte), che possono portare a inconsistenze non sono presi in considerazione. Nonostante la sua importanza, l'idea dell'inconsistenza è un tema a cui l'IA non presta la dovuta attenzione. L'inconsistenza e / o la para-completezza non possono essere affrontate direttamente dalla logica classica. Per poter manipolare direttamente le inconsistenze e paracompletezze, si devono utilizzare logiche differenti dalla classica. Il Paranet fu costruito sulla base della logica paraconsistente annotata per affrontare le inconsistenze e le paracompletezze nei sistemi di pianificazione. Per rendere possibile l'uso di tale logica in complessi campi di applicazione (molte informazioni introducono un tempo di risposta critico da parte dell'agente), come nella cella di produzione, si è reso necessario estendere e raffinare le tecniche e i concetti della programmazione della logica paraconsistente e di amalgamare la base di conoscenza.

Rappresentazione della conoscenza Paraconsistente per frames

Buone soluzioni ad alcuni problemi della scienza computazionale spesso dipendono da una buona rappresentazione. La scelta della rappresentazione della conoscenza è, per molte applicazioni nell'IA, molto difficile, oltre al fatto che i criteri di questa scelta non sono ancora chiari. Anche se non esiste il consenso generale nella rappresentanza della conoscenza, sono stati proposti molti schemi per rappresentare e negoziare la conoscenza. La maggior parte di questi sistemi sono stati proficuamente utilizzati per l'implementazione di alcuni sistemi esistenti. Tuttavia, ci sono diverse

caratteristiche della conoscenza che non sono ancora state ben comprese, come le para-completezze e le inconsistenze. Finché non ci sarà una migliore comprensione di tali caratteristiche, la rappresentazione della conoscenza rimarrà un settore di studio aperto nell'IA. Ci sono diversi schemi per rappresentare la conoscenza. Due di questi, che meglio catturano la conoscenza dell'oggetto e le sue proprietà sono le catene semantiche e i frames. Il primo di tali schemi, le catene semantiche, hanno origine dalla psicologia come risultato di sistemi per modellare la memoria associativa umana. Più recentemente, alcuni ricercatori di informatica hanno esteso il concetto originale di catene semantiche per facilitare la gestione degli oggetti più complessi e le loro relazioni. Fondamentalmente, una catena semantica è un grafico in cui i nodi rappresentano gli oggetti (o una classe), e i collegamenti mostrano una relazione, generalmente in forma binaria, tra oggetti o classi connessi dal vincolo. I nodi possono essere di due tipi: individuali o generici. I primi rappresentano descrizioni o asserzioni per una singola istanza di un oggetto, mentre i secondi sono legati ad una classe o categoria di oggetti. Le classi sono preordinate in una tassonomia, e ci sono legami speciali che rappresentano relazioni binarie come *is a* (è un) e *a kind of* (è un tipo di). Il primo tipo di legame collega un nodo individuale ad un nodo generico ed identifica un individuo come appartenente ad una certa classe. Il secondo unisce due nodi generici e mostra che una determinata classe è suddivisa in altre classi. La seconda rappresentazione della conoscenza – frames – è diventata popolare negli anni '70 a causa della comparsa della teoria di frames, nata inizialmente come risultato di un articolo scritto da M. Minsky. Un sistema di frames, come formulato da Minsky, si compone di raccolte di frames articolati in una catena semantica. A quel tempo, l'uso di frames fu raccomandato come base per comprendere la percezione visiva, il dialogo nel linguaggio naturale e altri concetti complessi. Lo sviluppo di linguaggi per frames sono in parte destinati all'implementazione dei sistemi dell'IA basati sulle strutture dei frames. I sistemi basati sulle catene semantiche ed i sistemi basati sui frames possono essere considerati simili per quanto riguarda la struttura, ma differiscono per ciò che rappresentano. Significa dire che, mentre le catene semantiche rappresentano oggetti semplici, un sistema di frames può rappresentare oggetti complessi. Tuttavia, ci sono grandi lacune tra le conoscenze rappresentate tramite i frames e la conoscenza del mondo reale. Come si è precedentemente affermato, la maggior parte di questi sistemi non tratta adeguatamente concetti come l'eccezione e l'inconsistenza. Il Frame è la rappresentazione di un oggetto complesso. Esso è identificato da un nome ed è costituito da serie di slots. Ogni frame ha almeno uno slot. Ogni frame ha almeno un frame gerarchicamente superiore, e

pertanto, funge da base per un meccanismo di ereditarietà. Un frame speciale è la radice di questa gerarchia di ereditarietà. La gerarchia di ereditarietà è una conseguenza della nozione classica di gerarchia tassonomica, modo per organizzare la conoscenza. La gerarchia tassonomica è solo l'inizio del ragionamento per gerarchie. I Ricercatori nell' IA uniscono strumenti per rappresentare le proprietà di classe, eccezioni per le proprietà ereditate, più superclassi e concetti strutturati con relazioni specifiche sugli elementi strutturali. Inoltre, ragionare per gerarchia porta ad un ragionamento di default e non monotono e può essere utilizzato per ragionare sui prototipi e le istanze tipiche delle classi dei sistemi di ereditarietà. I due principali sistemi di ereditarietà esistenti sono quelli che non ammettono eccezioni a proprietà ereditate e quelli che ammettono eccezioni alle proprietà ereditate. È semplice descrivere la semantica ereditaria del primo tipo in logica di primo ordine, in cui i frames possono essere interpretati come predicati unitari, e gli slot, come predicati binari. La descrizione della semantica ereditaria del secondo tipo nel sistema di logica del primo ordine è molto più difficile, perché le eccezioni introducono non monotonia. Dalla fine degli anni '70, ci sono stati diversi formalismi non monotoni. Tra quelli che si sono ampiamente diffusi ci sono: predicato conclusivo di Clark, la logica predefinita di Reiter, la logica non monotona di Doyle e McDermott, la circoscrizione di McCarty, la logica non monotona di McDermott e la logica autoepistemica di Moore. Ma, nessuna di queste formalità affronta adeguatamente i concetti di inconsistenza e para-completezza. Per studiare direttamente le inconsistenze occorre rivolgersi a logiche alternative, cioè, a nuovi linguaggi di programmazione basati su queste logiche. La variazione del linguaggio di programmazione Prolog, basato sulla logica annotata, è stata costruita e permette di trattare direttamente l' incoerenza e la para-completezza. Il linguaggio di Programmazione proposto fu chiamato paraconsistente-Paralog. Per implementare sistemi di frames che trattano l' inconsistenza, furono prese in considerazione le difficoltà causate dalla mancanza di una semantica formale per sistemi di frames paraconsistenti e per ragionamenti ereditari che trattano le inconsistenze e sistemi di frames di ereditarietà multiple. In Avila (1996), Ávila e Abe (1999) e Avila et al. (1997) si trovano le principali caratteristiche di un ragionamento di gerarchia paraconsistente che permette di trattare direttamente le eccezioni e le inconsistenze nei sistemi di frames delle ereditarietà multiple. Il ragionatore delle ereditarietà paraconsistente rappresenta la conoscenza attraverso i frames paraconsistenti e deduce in base al grado di inconsistenza e/o indeterminazione. Tale ragionamento, di applicazione su vasta scala, consente anche di inglobare

ereditarietà meno complesse. Inoltre, la sua caratteristica principale è di non eliminare dall' inizio le contraddizioni.

Logica Paraconsistente e Inferenza non monotona

Vi sono diversi sistemi intelligenti, compresi i sistemi non-monotoni. Ogni sistema in generale ha semantiche convenienti e diverse . Di solito, sono necessari più di due ragionatori non monotoni nei sistemi complessi intelligenti. È preferibile avere una semantica comune per tali ragionatori. Fu sviluppata una semantica comune per i ragionatori non monotoni attraverso la logica annotata e la programmazione logica annotata, come ad esempio in Nakamatsu et al. (1998, 1999a e b; Nakamatsu & Abe, 1999).

Circuiti Elettronici Paraconsistenti

Abe e Silva Filho (1998), Silva Filho (1997) e Silva Filho et al. (1997), ispirati da una classe di logiche paraconsistenti annotate $P\tau$, descrissero i circuiti elettronici digitali (porte logiche, congiunzione e disgiunzione) . Tali circuiti consentono segnali incompatibili non banali nella loro struttura. I circuiti proposti si compongono di sei Stati. A causa dell'esistenza di operatori letterali per ciascuno di essi, la logica sottostante è funzionalmente completa, multivalore e paraconsistente (almeno semanticamente). Le simulazioni furono eseguite utilizzando il software Aimspace 15. a una frequenza tipica di 50 MHz. Gli schemi delle porte furono implementati per il processo di fabbricazione di ES2 1,2 m e fu, inoltre, progettato un modulo analizzatore paraconsistente (MAP) (Silva Filho, 1997) combinando diversi circuiti paraconsistenti, che avevano come obiettivo principale trattare segnali incompatibili dando loro un trattamento non triviale. Secondo quanto constatato, tali risultati sembrano pionieri nel campo dei circuiti elettronici e, attraverso il concetto di paraconsistenza, si stanno aprendo numerosi percorsi di ricerca nell' ambito della teoria dei circuiti elettronici. Gli studi iniziali sembrano essere di grande portata: ampliano l'ambito di applicazioni in cui i segnali contraddittori sono comuni, come ad esempio nei circuiti dei sensori in robotica, circuiti di automazione nell' industria e in molti altri campi. In Silva Filho e Abe (1999a e b) si studia il controllore logico Para- Fuzzy, che combina le caratteristiche della logica fuzzy e

della logica annotata paraconsistente, vale a dire il Para-Fuzzy è il trattamento dei concetti sfocati o contraddittori e paracompleti, preannunciando applicazioni estremamente fruttuose in robotica. Un controllore logico che tratta delle inconsistenze è descritto da Silva Filho e Abe (1999c).

2.8 Conclusioni: Perché utilizzare la Logica Paraconsistente e l'Algoritmo "*Para-Analisador*" per la Gestione dei processi di Intelligenza Collettiva

L'oggetto di questa ricerca è l'utilizzo della logica paraconsistente in una metodologia per la gestione dell'Intelligenza Collettiva per la pianificazione e l'analisi dei rischi di progetti complessi. La scelta sulla paraconsistente deriva dal fatto che questa logica per sua stessa definizione permette di gestire e misurare la contraddizione: La scelta sull'algoritmo LPA2v quale base del metodo è dovuta al fatto che questo strumento analitico consente di poter settare delle soglie di accettabilità rendendo così l'analisi maggiormente gestibile e customizzabile l'analisi del problema: Soglie di accettabilità più stringenti implicano una maggiore qualità dell'analisi ma un aumento dei costi di valutazione, viceversa soglie meno stringenti implicano un minor costo di valutazione ma un abbassamento della qualità del processo di valutazione⁹. Per questi motivi ovvero possibilità di gestione e misurazione del grado della contraddizione e possibilità di customizzare i parametri dell'algoritmo, la scelta è ricaduta sull'LPA2v che risulta anche il più semplice tra gli algoritmi paraconsistenti disponibili. Tuttavia, non si esclude in futuro l'utilizzo di altri strumenti più complessi.

⁹ La scelta del trade-off ottimale dipende dal tipo di problema trattato e da verifiche empiriche svolte in sede di settaggio. Non si esclude in futuro la ricerca di metodi di ottimizzazione de trade-off COSTI-BENEFICI in funzione dei limiti settati per l'Algoritmo.

3 COLLECTIVE INTELLIGENCE MANAGEMENT: METODO BUTTERFLY

3.1 Introduzione: Dall'Algoritmo *Para-Analizador* al *Butterfly Method*

In questo capitolo descriveremo il metodo per la gestione dell'Intelligenza Collettiva sviluppato partendo dall'Algoritmo LPA2v: Il Metodo Butterfly. è riconducibile ad un modello decisionale di tipo cognitivo, ed è stato pensato per la gestione di problemi decisionali con particolare riferimento al contesto in cui la decisione deve essere effettuata da un gruppo di esperti che possono fornire giudizi contraddittori (condizione di inconsistenza) e/o mancanti di dati sufficienti a determinare il giudizio (condizione di incertezza). Il metodo è strutturato per attivare un processo di miglioramento ciclico di una strategia permettendo la gestione dei rischi di un processo decisionale. Infatti, nei problemi decisionali¹⁰ trattati, come visto nei capitoli precedenti, risulta essere importante analizzare e gestire la possibilità di contraddizione (inconsistenza) dei giudizi: Questo perché feedback di esperti, anche basati su dati oggettivi quali misure, analisi, dati clinici, informazioni di sensori, esperienza diretta, potrebbero essere tra loro contraddittori. Ciò perché o non si hanno sufficienti dati a disposizione, o la qualità dei dati disponibili potrebbe essere affetta da errore (qualità del sensore, competenza dei valutatori, distorsioni cognitive etc...) che possono generare incoerenza, o perché esiste una precisa volontà di fornire dati errati, o perché semplicemente, lo stato della conoscenza non è sufficiente per capire completamente il problema e quindi tutte le condizioni che si riferiscono alle relazioni di causa-effetto che generano risultati contraddittori in condizioni apparentemente equivalenti, ma che in realtà potrebbero essere differenti: Dunque la contraddizione potrebbe derivare da una comprensione parziale del problema trattato. Quindi, la capacità di poter gestire la contraddizione può risultare decisiva per investigare correttamente il problema, investendo le proprie risorse per individuare le aree dove ricercare maggiori evidenze ed aumentare la comprensione del problema, identificando la/le causa/cause dell'inconsistenza:

¹⁰ La stessa considerazione vale anche per i problemi decisionali in Intelligenza artificiale: Anche in questo caso la gestione della contraddizione risulta essere un punto di fondamentale importanza.

tuttavia, in processi decisionali in cui si hanno vincoli di tempo e di risorse, o nel caso di problemi particolarmente complessi da richiedere un grande numero di analisti, tale aspetto può essere critico¹¹. Inoltre, scegliere di investigare maggiormente una certa parte del problema, comporta inevitabilmente l'assunzione di rischi. Butterfly permette di gestire processi decisionali di gruppo anche con grandi quantità di decisori coinvolti, considerando l'*Expert* come una *risorsa* da gestire e permettendo di analizzare e gestire i rischi del processo decisionale. Nel metodo, s'ipotizza che un Proponente (tecnicamente detto *Requestor*) proponga una strategia di soluzione di un problema decisionale che sottopone ad un gruppo di *Expert* per ricevere un feedback, individuare aree critiche e possibili miglioramenti. Gli *Expert* svolgono delle valutazioni nella forma VERO/FALSO correlato da un GRADO di CONFIDENZA (numero tra 0 ed 1 che esprime per l'appunto la confidenza sul giudizio di vero o falso fornito) ed un FEEDBACK a supporto della valutazione. Il FEEDBACK deve riportare delle evidenze in grado di giustificare il GRADO di CONFIDENZA. L'algoritmo utilizzato in Butterfly corregge il GRADO di CONFIDENZA sulla base del profilo dell'*Expert*, e mette insieme i giudizi fornendo quello che tecnicamente viene definito “ *status logico*” : Lo status logico è espressione del grado di consenso tra gli *Expert*, di quanto venga giudicata VERA o FALSA l'affermazione fatta dal *Requestor* nel rispondere alla domanda che descrive quella particolare parte della strategia. Tuttavia, come abbiamo visto nei capitoli precedenti, nella Logica Paraconsistente, VERO o FALSO sono solo due possibili *status logici*: Infatti, grazie all'utilizzo dell'algoritmo paraconsistente, in Butterfly è svolta un'analisi “più spinta”, identificando status logici alternativi al Vero o Falso, che permettono di attivare delle azioni correttive in caso di inconsistenza o di mancanza di dati, ovvero:

1. Se i giudizi sono **complessivamente contraddittori**, è richiesto ad un altro Expert (o gruppo di Expert, in maniera proporzionale al grado di contraddizione) di fare una valutazione, che viene aggiunta alle precedenti. È poi ricalcolato lo status logico;
2. Se invece i giudizi hanno complessivamente un grado di confidenza molto basso, ci si trova in una **condizione di Indeterminazione**: gli esperti non riescono complessivamente a fornire un giudizio con sufficiente grado di confidenza. In questo caso, prima di richiedere

¹¹ Si pensi ad esempio alla fase di set-up di un Grande Progetto di Ingegneria dove esistono un numero molto elevato di variabili in fase preliminare che bisogna analizzare per poter pianificare lo sviluppo delle attività.

valutazioni aggiuntive¹², viene richiesto di rivedere la formulazione di quella parte specifica della strategia che è stata chiesta di valutare e soprattutto richiesti al *Requestor* maggiori dati a supporto della strategia proposta.

Il numero totale degli status logici determinati dipende dai valori limite definiti all'interno del diagramma di Hasse, in particolare sono considerati 12 status logici con altrettante azioni correttive a seconda del ciclo di valutazione in cui ci si trova. Dunque, di fatto, le valutazioni degli *Expert* sono aggiunte proporzionalmente allo status logico calcolato dall'algoritmo. Il processo raccoglie giudizi solo se quelli precedenti non sono ritenuti sufficientemente consistenti sulla base dei risultati di valutazione dell'algoritmo: di fatto il metodo misura e gestisce il consenso tra gli *Expert*. Per la raccolta di altri dati a supporto del giudizio, nell'informatizzazione del metodo, possono essere sfruttati altri strumenti analitici, come gli algoritmi semantici e il Machine Learning¹³, collegati a database disponibili in rete: questa possibilità di integrazione, rende maggiormente efficiente la valutazione, integrando la capacità d'intuito tipica della Mente Umana (mediata tramite l'analisi paraconsistente), con la capacità di calcolo di un computer. Dopo l'ultimo ciclo di valutazione, viene fornita una valutazione di rischio sulla strategia attraverso l'interpretazione dei risultati ottenuti nel diagramma di Hasse.

Il flusso del metodo Butterfly ha alcune caratteristiche:

- a) Favorisce l'elicitazione della conoscenza degli esperti,
- b) Basando la valutazione su dati oggettivi, il processo di valutazione può essere svolto completamente in anonimato, evitando le distorsioni cognitive legate ai rapporti sociali tra i valutatori;
- c) Permette di misurazione il grado di contraddizione tra gli esperti;
- d) Sulla base del grado di contraddizione, fornisce delle azioni correttive, per migliorare la consistenza della strategia;

¹² In funzione dello status logico, come sarà chiarito nei prossimi paragrafi.

¹³ Nell'ultimo capitolo, quando si descriverà la piattaforma della start-up Butterfly, verrà illustrato come è stato possibile svolgere tale integrazione.

- e) Dopo l'ultimo ciclo di valutazione, fornisce un'analisi di rischio della strategia;
- f) Gestisce l'assegnazione del task all'*Expert*, misura le capacità di valutazione dell'*Expert* correggendo il grado di Confidenza sulla base dei risultati ottenuti nel tempo;
- g) Permettere di analizzare il profilo di rischio legato alla qualità delle informazioni, connesso alla strategia oggetto della valutazione.

Il metodo nel complesso permette di gestire la ricerca d'informazioni sempre più attendibili e mitigare i rischi derivanti dalle distorsioni cognitive obbligando i valutatori a fornire evidenze a supporto dei propri giudizi e misurandone nel tempo l'affidabilità del singolo *Expert* rispetto ad un certo tipo di problema: La misurazione costante delle performance dei valutatori rispetto agli obiettivi dei problemi decisionali consente di responsabilizzare i decision-maker non solo sulle policy, ma soprattutto sui risultati. Per lo sviluppo del metodo, l'Algoritmo LPA2v è stato opportunamente customizzato per essere finalizzato alla gestione dell'Intelligenza Collettiva, e cioè:

1. Sono stati chiaramente definiti i parametri di settaggio iniziali;
2. E' stato definito un meccanismo di correzione del Grado di Confidenza¹⁴, basato sul calcolo di indicatori che sono stato identificati all'interno di questa ricerca;
3. Sono state definite delle azioni correttive sulla base degli status logici
4. Sono stati interpretati i risultati di output finali in un'ottica di Risk Analysis

Grazie a queste customizzazioni si è ottenuta una metodologia di gestione del processo decisionale basata su Logica Paraconsistente contestualizzata alla gestione dell'Intelligenza Collettiva, aprendo la strada anche a futuri sviluppi metodologici. Nei prossimi paragrafi sarà descritto il metodo passaggio per passaggio.

Al fine di rendere più agevole la lettura, chiameremo:

Requestor, il o i richiedenti la valutazione e lo sviluppo di una strategia;

¹⁴ Si potrebbe addirittura definire tale meccanismo con un sottoalgoritmo che fornisce input all'LPA2v

Expert Evaluator o semplicemente *Expert*, i valutatori chiamati a valutare la strategia;

Evaluation Task, o semplicemente *Task*, la valutazione di una singola parte della strategia.

3.2 Flusso Generale del Metodo Butterfly

Butterfly è un metodo utilizzato nel processo decisionale per identificare una strategia operativa basata sulla Logica Paraconsistente. Il suo obiettivo è gestire le contraddizioni tra i giudizi nel corso di un processo decisionale, migliorare la consistenza delle ipotesi, raggiungere il consenso tra gli esperti, gestendo la qualità del processo decisionale. Il flusso logico del metodo è riassunto nello schema sottostante:

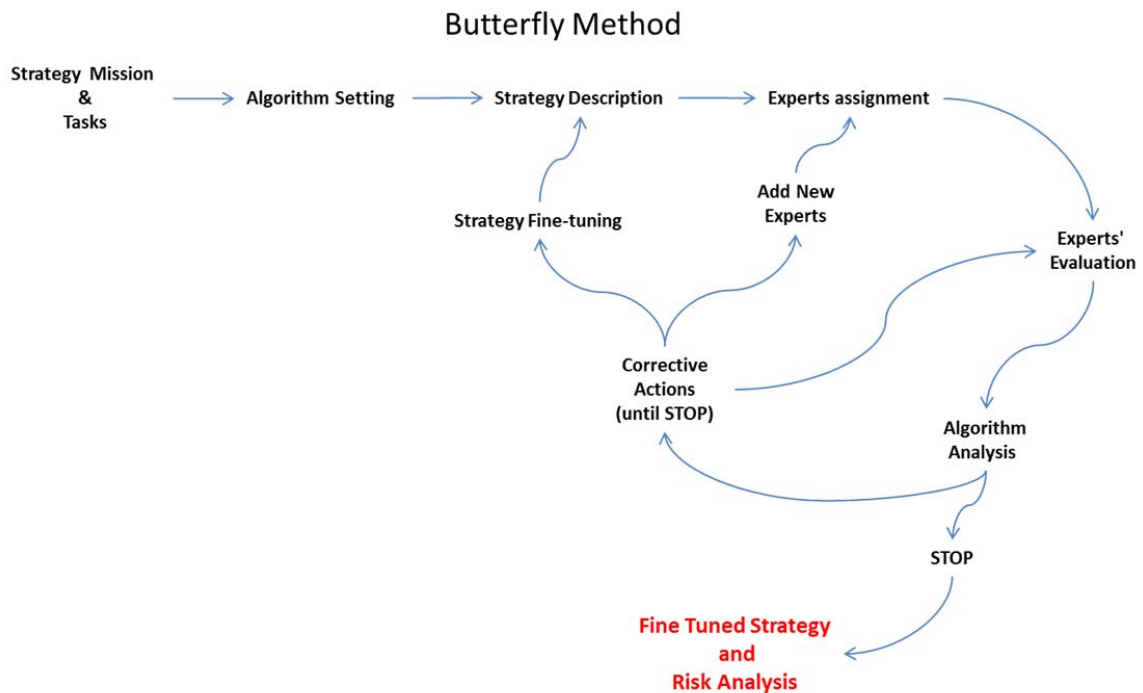


Figura 20 Butterfly Method Process

Il metodo inizia con la fase di analisi del problema in cui sono definiti gli obiettivi del processo decisionale. Il problema viene poi scomposto in quesiti da valutare. Tale fase può essere svolta attraverso l'uso delle Mappe Causali che saranno illustrate nei prossimi paragrafi. Nella fase

successiva vengono definiti i parametri di settaggio dell'algoritmo. Si passa poi a rispondere ai quesiti decisionali, definendo una prima strategia. La strategia viene poi sottoposta alla valutazione degli *Expert*. Gli *Expert* forniscono i giudizi che sono poi corretti sulla base dei parametri di settaggio definiti dal *Requestor* in base al profilo del singolo esperto rispetto al problema trattato. Dopo la valutazione, è lanciato l'algoritmo che identifica gli status logici. Agli status logici corrispondono le azioni correttive ed in particolare: Per quelle risposte i cui giudizi sono indeterminati viene richiesto un approfondimento, ricercando dati. Finita questa fase di finetuning viene rilanciato l'algoritmo aggiungendo valutatori per quelle risposte giudicate inconsistenti. Il numero dei valutatori aggiunti è proporzionale al grado di contraddizione ottenuto dallo status logico della valutazione precedente. Il processo può essere rilanciato per un certo numero di cicli¹⁵. Dopo l'ultimo ciclo di valutazione, agli status logici è associato un grado di rischio determinato a seconda dell'area in cui ricade lo status logico nel diagramma di Hasse. Il metodo si articola nelle seguenti tre fasi principali:

- a) *Setting Phase*, ovvero Analisi del problema e settaggio dei parametri di valutazione,;
- b) *Evaluation Phase*, ovvero il Processo di Valutazione in se;
- c) *Last Evaluation Cycle Phase*, ovvero l'ultimo ciclo di valutazione ed analisi dei risultati finali.

Per ognuna di queste fasi, nei prossimi paragrafi sono descritte fasi e sottofasi nel dettaglio, in accordo al flussogramma generale del metodo Butterfly, descritto in figura 20.

¹⁵ Il numero di cicli può essere definito in fase di settaggi sulla base di diversi criteri descritti nei prossimi paragrafi

3.3 SETTING PHASE: Analisi del Problema E Set-up dell'Algoritmo

Il processo decisionale inizia con una fase definita di settaggio (Setting). Tale fase è suddivisibile in 3 sottoprocessi principali:

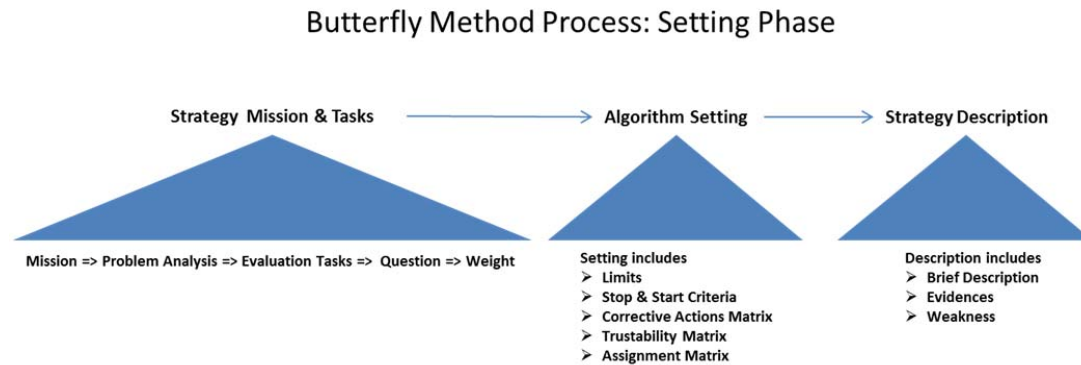


Figura 21 Butterfly Method Process: Setting Phase

- Definizione della Mission del processo e dei Tasks di valutazione (Strategy Mission &Tasks);
- Setting dell'Algoritmo (Algorithm Setting), definendo i valori limite i criteri di Start &Stop, e tutte le matrici di set-up;
- Descrizione della strategia di partenza (Strategy Description), in cui dovranno essere evidenziate per ogni domanda i punti di forza e debolezza presunti.

Di seguito una descrizione di ogni singolo sottoprocesso di questa fase.

SETTING PHASE-Mission

Il processo decisionale parte dalla definizione della *mission*, del processo: La *mission* è un obiettivo definito ad alto livello, da cui discenderanno degli obiettivi più specifici, che in Butterfly

chiameremo *Target*¹⁶ : La *Mission*¹⁷ si potrà dire pienamente raggiunta quando saranno raggiunti tutti i *Target*. I *Target* sono gli obiettivi della strategia che sarà oggetto della valutazione. La tipologia di *Target* può variare in base al tipo di problema trattato¹⁸. Questo tipo di approccio per essere definito come “*Gestione per Obiettivi*” nella Gestione per obiettivi (Druker, 1954), l’obiettivo (*Target*) deve avere le proprietà definite nell’acronimo S.M.A.R.T :

- Specific, ovvero specifico
- Measurable, ovvero misurabile
- Achiveable, ovvero raggiungibile
- Relevant, ovvero rilevante per la mission del problema
- Time, ovvero definito nel tempo

Dai target si partirà per l’analisi preliminare del problema discussa nei prossimi paragrafi. Possiamo invece definire la *Strategia*, come :

l’insieme delle azioni che nel tempo vengono attuate per generare direttamente o indirettamente gli eventi che caratterizzano i Target.

¹⁶ Mentre la *Mission* dovrà essere necessariamente definita dal (o dai) *Requestor*, i *target* possono anche essere ridefiniti in sede di valutazione da parte degli *Expert*.

¹⁷ Il concetto di *Mission* è oggetto di studio delle Scienze Organizzative e Manageriali. All’interno della metodologia il concetto e’ generalizzato e dipende fortemente dalla natura del problema trattato: Il concetto di mission e’ infatti legato a quello di *Generazione di Valore* dove per valore non intendiamo solo quello di natura economico, ad esempio: e’valore l’individuazione di una nuova terapia medica per un gruppo di ricerca anche se questo non necessariamente comporterà’ degli utili, e’ valore lo sviluppo di un progetto sociale.

¹⁸ Si riporta che ad esempio, nel settore della qualità le norme ISO 9000 2015, associano ad un obiettivo le seguenti proprietà:

essere conformi con la politica qualità aziendale

- *essere misurabili*
- *tener conto dei requisiti applicabili*
- *essere rilevanti per la conformità del prodotto/servizio e per l'incremento della soddisfazione del cliente*
- *essere monitorati*
- *essere comunicati*
- *essere aggiornati a seconda dei casi*

In quest'ottica possiamo definire un ulteriore concetto che potrà essere utile nell'analisi del problema che è quello di Scenario:

Uno scenario è un'insieme di eventi possibili.

In fase di analisi, il/i *Requestor*, definirà (definiranno), gli eventi auspicabili le cui azioni dovranno essere indirizzate a favorire il verificarsi degli eventi auspicabili e viceversa non favorire il verificarsi di eventi non auspicabili. Dunque l'analisi definirà le decisioni da prendere su determinate azioni da svolgere, il cui processo di valutazione servirà a definirne modi e tempi, oltre a poter allargare il numero delle decisioni durante i processi di valutazione (Suggerendo nuovi task). Tale approccio e' definito per problemi che devono essere analizzati partendo da poche informazioni iniziali. Tuttavia è possibile riferirsi alla letteratura per cercare dei framework che già diano indicazioni su quali informazioni considerare per definire e valutare una strategia. Si riportano alcuni utili esempi disponibili in letteratura:

- a) Nella definizione di un piano operativo per la costruzione di un grande progetto di Ingegneria, le assumption principali sono
 - Milestones contrattuali
 - Itemizzazione dell'oggetto da realizzare, definendo la struttura prodotto, Product Breakdown Structure;
 - Metodo e tecnologie di realizzazione
 - Produttività
 - Attività, sequenza delle attività, link tra le attività, incluse le attività di procurment di materiali, mezzi e tecnologie, ingegneria e costruzione;
 - Piano di Mobilizzazione delle Risorse sulla base dei carichi di lavoro;
 - Calendario lavorativo (giorni lavorativi/ settimana, totale dei giorni lavorativi/mese);

- b) Nella valutazione dei modelli di Business, viene utilizzato spesso il Modello Canvas, definito da Alexander Osterwolder nel 2004, che comprende 9 aree ovvero ,
 - Valore offerto
 - Attività chiave
 - Risorse Chiave

- Partner Chiave
 - Struttura dei Costi
 - Relazioni con il Cliente
 - Segmenti di Clientela
 - Canali
 - Flussi di Ricavi
- c) Nelle definizioni di una Strategia Medica, si parla, come minimo, di
- Definizione della Strategia di Diagnosi
 - Definizione della Strategia di Intervento

Qualora non fosse possibile riscontrare un framework cui fare riferimento per iniziare l'analisi o nel caso in cui il framework non sia ritenuto esaustivo dal *Requestor*, è possibile utilizzare le Causal Knowledge Map.

SETTING PHASE-Mission and Tasks: Settaggi nel Project Managment

Un'attenzione Nella pianificazione di un Progetto si identificano quattro dimensioni del successo di un progetto, che contestualizzati al problema trattato possono essere d'aiuto per la definizione della Mission di problemi di pianificazione:

- Successo nella Gestione del Progetto
- Successo nel raggiungimento degli Obiettivi
- Successo nel contributo al Business
- Successo nell'impatto di lungo Periodo

Nel voler generalizzare tali concetti anche ad altre tipologie di problemi decisionali parleremo di: *Riuscire a raggiungere pienamente i risultati in accordo alla mission, con il minimo uso di risorse nel minor tempo possibile (Efficacia ed Efficienza), minimizzando gli effetti collaterali, ovvero catene di eventi negativi rispetto alla mission, e massimizzando gli effetti virtuosi, catene di eventi positivi rispetto alla mission (Gestione dei Rischi).*

Tali indicazioni sono da ritenersi come di carattere generale da contestualizzare al tipo di problema trattato.

SETTING PHASE-Mission and Tasks: Problem Analysis attraverso Causal Knowledge Map

Dopo aver definito la mission del nostro processo, si passerà ad un'analisi più specifica degli obiettivi; per far questo si potrà ricorrere ad un *framework* di analisi derivante dalla letteratura: Nei problemi aziendali, ad esempio, è comune l'uso di framework per la definizione del Modello di Business, come il Modello Canvas (A Osterwalder, 2004), strumento di notevole successo negli ultimi anni proprio per la semplicità ed immediatezza con cui può essere utilizzato in un problema decisionale di gruppo. Diversamente bisognerà analizzare il problema suddividendolo in eventi e definendo le azioni che saranno funzionali al generarsi degli eventi auspicabili. Un semplice e potente strumento di analisi del problema nell'ambito delle decisioni collettive è la *Causal Knowledge Map*. La *Causal Knowledge Map* è una tecnica per rappresentare graficamente sistemi/problemi complessi definendo un modello del "percorso" tramite il quale un individuo/o un'organizzazione possono definire una situazione. I decisori, utilizzano solo una parte delle informazioni a loro disposizione sul contesto di riferimento per elaborare decisioni in maniera coerente con i loro sistemi di credenze rappresentati in schemi cognitivi. Per questo motivo vengono utilizzate le mappe cognitive che costituiscono uno strumento di analisi dal grande potere esplicativo poiché ricostruiscono i nessi causali tra i concetti attraverso l'analisi dei discorsi dei decisori su determinati temi di rilevanza strategica per l'organizzazione, e permettono di evidenziare eventuali distanze cognitive nelle percezioni della situazione competitiva da parte dei decisori. In particolare, il processo decisionale che sottende ad ogni scelta strategica è il frutto dell'interazione di una serie di fattori sia contingenti sia idiosincratici che si combinano tra loro ogni volta che un problema si presenta ed una scelta deve essere effettuata. Le mappe cognitive consentono di mostrare tali fattori, permettendo di rappresentare in maniera grafica la parte del sistema di credenze (Steinbruner, 1974) dei *decision-maker* che viene attivato in risposta ad un determinato stimolo/problema proveniente dall'ambiente competitivo. . La definizione di mappa cognitiva è la rappresentazione (grafica o matematica) del sistema di credenza di una persona, o meglio, della porzione del sistema di credenza attivato in una situazione specifica dal decisore (Codara, 1998) (Codara, 1998). Ogni situazione, ogni particolare problema, attiva infatti di volta in volta quella

parte del sistema di credenza (quindi dell'insieme di concetti e relazioni) di un individuo che risulta essere rilevante per il problema in questione. La mappa descrive la percezione consapevole della realtà, il modo in cui un individuo coglie una particolare situazione o un determinato problema. Essa non rappresenta tutti gli aspetti del belief-system individuale, ma soltanto la struttura delle credenze causali di una persona. Per questo alcuni autori parlano più specificamente di mappe causali (Bougon, Karl, & Binkhorst, 1977) . Per gli scopi del Metodo Butterfly, le mappe sono un utile strumento per mitigare i rischi delle distorsioni cognitive e soprattutto identificare le domande di partenza con cui iniziare il processo decisionale. Nell'*Allegato 1* viene mostrata una Mappa Causale relativa ad un processo decisionale di un progetto complesso, partendo dalle quattro dimensioni di Successo di un Progetto. Di seguito si riporta una tabella con gli elementi possibili (Entità) di una Causal Knowledge Map (Blecic, Cecchini, & Trunfio, 2005):



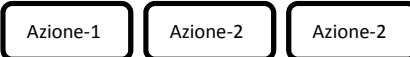

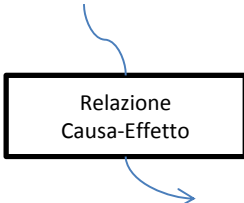
Entità	Descrizione	Simboli
<i>Evento obiettivo</i>	Gli obiettivi devono essere raggiunti grazie all' implementazione della strategia	
<i>Azione</i>	Quelle azioni che possono essere utilizzate per massimizzare la realizzazione di eventi favorevoli	
<i>Strategia</i>	È un insieme di azioni	
<i>Eventi</i>	<p><u>Gli eventi possono essere classificati come:</u> FAVOREVOLI: se favoriscono il raggiungimento dell' obiettivo; NON FAVOREVOLI: se non favoriscono il raggiungimento dell' obiettivo</p> <p><u>Gli eventi possono essere classificati come:</u> CONTROLLABILI: se il loro risultato può essere influenzato dalle azioni della strategia; NON CONTROLLABILI: : se il loro risultato non può essere influenzato dalle azioni della strategia;</p>	
<i>Relazione Causa- Effetto</i>	<p><u>Le Relazioni Causa- Effetto possono essere:</u> FAVOREVOLI: se favoriscono il raggiungimento di un evento favorevole o di un evento obiettivo; NON FAVOREVOLI: se non favoriscono il raggiungimento di un evento favorevole o di un evento obiettivo</p>	

Tabella 7 Generazione delle Entità nella Casual Knowledge Map

Nella figura seguente è rappresentata una mappa causale d'esempio con tutti gli elementi proposti nella tabella 7. La mappa è stata generata partendo da un evento obiettivo, la *Mission*, suddivide eventi gli eventi (controllabili/non controllabili, favorevoli/non favorevoli) definisce le azioni e le relazioni di causa-effetto esistenti all'interno del problema analizzato. Tala approccio viene soprattutto dai modelli di analisi di Scenario, ne sono possibili altri disponibili in letteratura¹⁹.

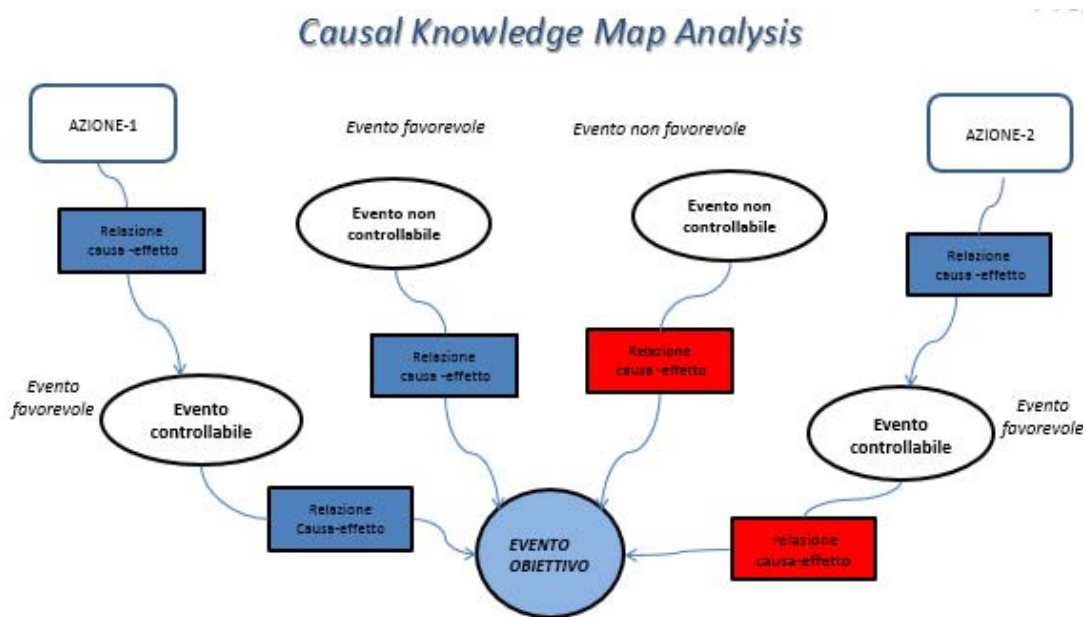


Figura 22 Causal Knowledge Map

¹⁹ Per un approfondimento far riferimento alla Bibliografia riportata.

SETTING PHASE-Mission and Tasks: Evaluation Tasks

In tale fase, viene analizzata la Casual Knowledge Map. Nella seguente figura si osserva come da una Mappa Causale può essere analizzata al fine di generare le domande (*Evaluation Task*):

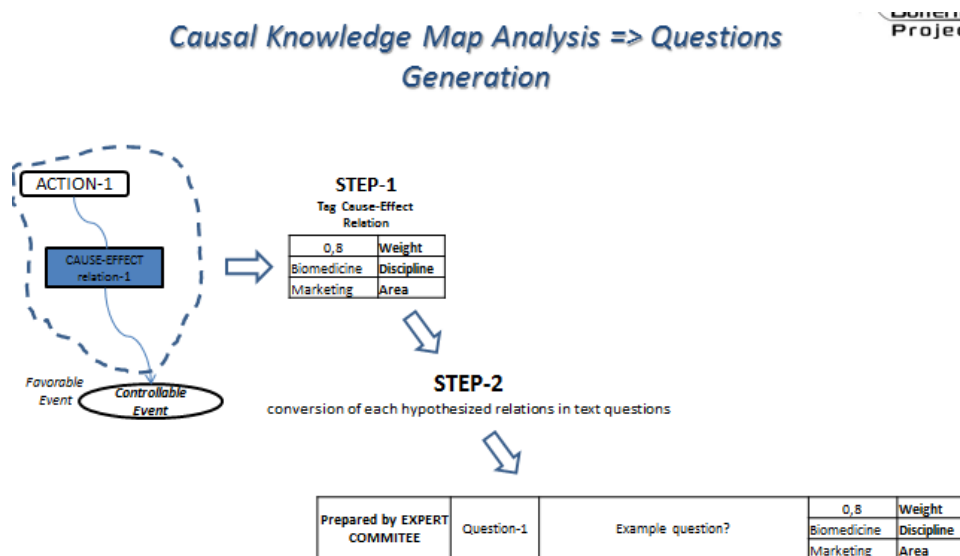


Figura 23 Dalla Mappa Causale alla generazione delle domande

Come mostrato in Figura 23 il processo di analisi prevede due passaggi: MODIFICARE IN EXPERT REQUESTOR COMMITTEE IN REQUESTOR

1. La classificazione della relazione di causa effetto, attribuendo un peso (importanza relativa nel raggiungimento degli obiettivi) una Disciplina ed un'Area funzionale in modo da poterla ricollegare ad un esperto specifico;
2. La conversione della relazione di causa-effetto da parte del Requestor in domanda.

In particolare il peso, indicherà la priorità con cui a risposta data a tale domanda sarà indicizzata nel processo di selezione delle domande da sottoporre agli *Expert*.

La domanda potrà essere del tipo

- a) VERO/ FALSO

b) STIMA di VALORE

Le domande vanno definite in forma verbale in maniera non ambigua.

SETTING PHASE-Mission and Tasks: Le Matrici Decisionali nel Project Management

E' buona norma, organizzare le decisioni che riguardano precisi decisioni organizzative secondo le matrici seguenti:

- cosa sarà fatto (AZIONI)
- quali risorse saranno necessarie
- chi sara' responsabile
- quando sara' completato
- come i risultati saranno valutati

Ovvero le matrici:

What to DO

Who do WHAT

When do WHAT

SETTING PHASE-Settaggio dell'Algoritmo

Di seguito la descrizione di tutti i settaggi necessari per poter lanciare il Metodo Butterfly. Alcuni settaggi sono tipi dell'LPA2v, come la definizione dei Valori Limite. Altri Settaggi sono stati creati specificamente per Butterfly e costituiscono parte integrante del metodo.

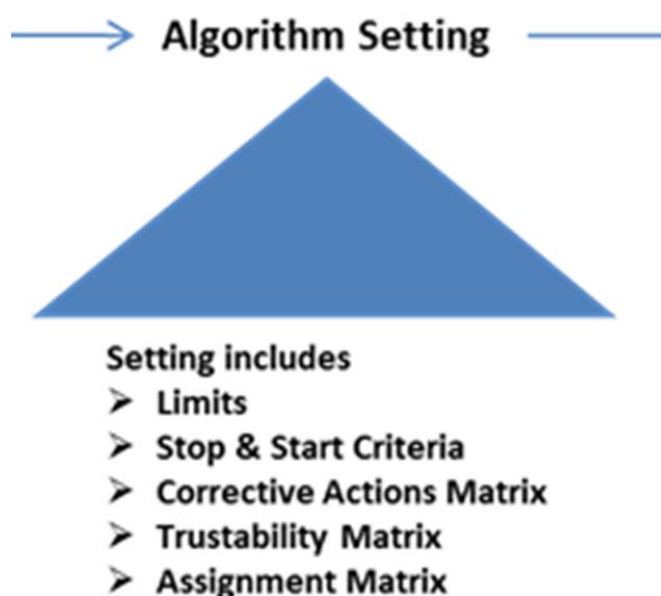


Figura 24 Lista Setting

SETTING PHASE-Settaggio dell'Algoritmo: Valori Limite dell'LPA2v

L'Algoritmo LPA2v, richiede il settaggio dei valori limite entro i quali definire gli status logici estremi e conseguentemente le aree del diagramma di Hasse che definiscono gli status logici intermedi. Il settaggio di tali valori ha un impatto sulla probabilità di accettazione di una risposta e conseguentemente sui tempi del ciclo, con effetto sui costi, come sarà spiegato in questo paragrafo. Ricordiamo che i valori limite di settaggio dell'LPA2v sono definiti dall'Equazione delle rette :

$$V_x = C_n$$

Dove

$$0 > C_n > 1$$

Il pedice x del simbolo V_x identifica il nome della retta corrispondente al valore limite ovvero :

per $x = V_{sc}$ \Rightarrow Retta indicante il Valore Superiore di Controllo della Certezza

per $x = V_{scct}$ \Rightarrow Retta indicante Valore Superiore di Controllo della Contraddizione

per $x = V_{ic}$ \Rightarrow Retta indicante il Valore Inferiore del Controllo della Certezza.

per $x = V_{icct}$ \Rightarrow Retta indicante il Valore Inferiore del Controllo della Contraddizione.

I valori limite definiscono 12 nel diagramma di Hasse, corrispondenti ad altrettanti Status Logici come mostrato in nel Diagramma di Hasse:

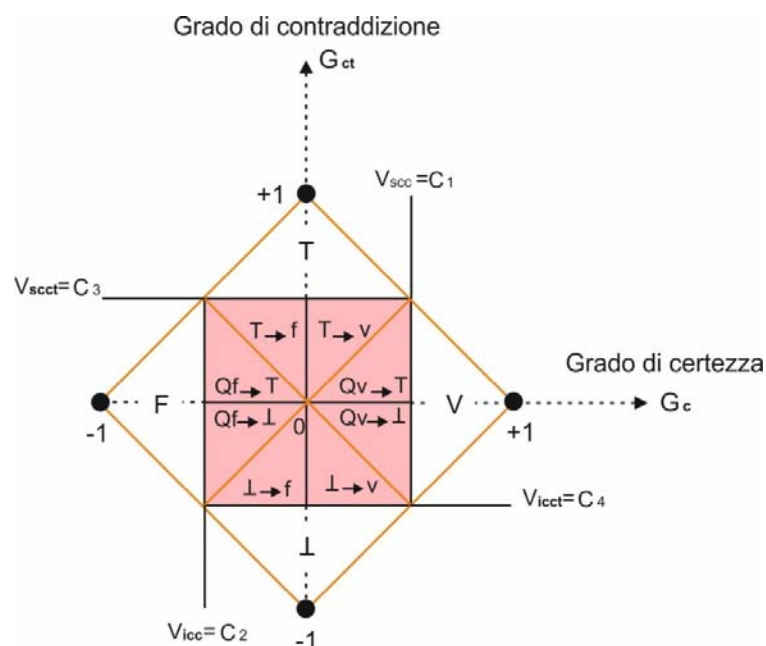


Figura 25 Diagramma di Hasse con evidenziate le Aree degli Status Logici

Chiameremo LS_x = Status logico (Logic Status in inglese) generico. Il pedice x può corrispondere ai simboli:

$x=T \Rightarrow LS_T$ = Logic Status Inconsistente

$x=F \Rightarrow LS_F$ = Logic Status Falso

$x=\perp \Rightarrow LS_{\perp}$ = Logic Status Indeterminato

$x=V \Rightarrow LS_V$ = Logic Status Vero

$x=\perp \rightarrow f \Rightarrow LS_{\perp \rightarrow f}$ = Logic Status Indeterminato tendente al falso

$x=\perp \rightarrow v \Rightarrow LS_{\perp \rightarrow v}$ = Indeterminato tendente al vero

$x=T \rightarrow f \Rightarrow LS_{T \rightarrow f}$ = Inconsistente tendente al Falso

$x=T \rightarrow v \Rightarrow LS_{T \rightarrow v}$ = Logic Status Inconsistente tendente al Vero

$x=Qv \rightarrow T \Rightarrow LS_{Qv \rightarrow T}$ = Logic Status Quasi vero tendente all'Inconsistente

$x=Qf \rightarrow T \Rightarrow LS_{Qf \rightarrow T}$ = Logic Status Quasi falso tendente all'Inconsistente

$x=Qf \rightarrow \perp \Rightarrow LS_{Qf \rightarrow \perp}$ = Logic Status Quasi-falso tendente all' Indeterminato

$x=Qv \rightarrow \perp \Rightarrow LS_{Qv \rightarrow \perp}$ = Logic Status Quasi-vero tendente all' Indeterminato

Indicheremo con $Area_{logic\ Status}$, una generica area che comprende la superfice di uno status logico ed in particolare, in figura 25 :

$Area_V = V$

$Area_F = F$

$Area_T = T$

$Area_{\perp} = \perp$

$Area_{T \rightarrow V} = T \rightarrow V$

$$Area_{\perp \rightarrow V} = \perp \rightarrow V$$

$$Area_{Qv \rightarrow T} = Qv \rightarrow T$$

$$Area_{Qv \rightarrow \perp} = Qv \rightarrow \perp$$

$$Area_{T \rightarrow F} = T \rightarrow F$$

$$Area_{\perp \rightarrow F} = \perp \rightarrow F$$

$$Area_{Qf \rightarrow T} = Qf \rightarrow T$$

$$Area_{Qf \rightarrow \perp} = Qf \rightarrow \perp$$

Le aree definite sono dei triangoli rettangoli, dunque l'area sarà uguale a:

$$Area_{Ls_x} = \frac{b * h}{2}$$

Le dimensioni di b ed h dipendono dai valori di C_n , essendo assi intercettati dai punti di intersezione delle rette dei valori limite tra loro e con gli assi del quadrato unitario. In particolare, assumiamo che i valori C_n siano così definiti:

$$|C_n| = \alpha, \forall n \in (1, 2, 3, 4)$$

Dove

$$0 > \alpha > 1$$

In questo modo, si sta dando uguale superficie alle aree degli status logici. In particolare si sceglierà :

$$C_2 = -C_1$$

Ed

$$C_4 = -C_3$$

Chiameremo tale condizione, *specularità dei valori limite*.

Nello specifico le aree definite in figura 25 risultano essere uguali tra loro, ovvero:

$$\begin{aligned} Area_V = Area_F = Area_T = Area_{\perp} = Area_{T \rightarrow V} = Area_{\perp \rightarrow V} = Area_{Q_V \rightarrow T} = Area_{Q_V \rightarrow \perp} \\ = Area_{T \rightarrow F} = Area_{\perp \rightarrow F} = Area_{Q_F \rightarrow T} = Area_{Q_F \rightarrow \perp} \end{aligned}$$

Cioè il diagramma di Hasse in tale condizione è stato suddiviso in aree di uguale superficie. Assunto che, considerata un generico processo di valutazione A , sia lo status delle conoscenze tale da non consentire di attribuire una particolare proprietà al verificarsi dell'evento “*il risultato dell'algoritmo LPA2v sarà lo status logico LS_x* ”. definiamo ora la probabilità di uno ottenere un certo status logico LS_x come:

$$Probability\ of\ LS_x = \frac{Area_{LS_x}}{Area_{total\ Hasse\ diagram}} = P_{LS_x}$$

Tuttavia, per definizione, il diagramma di Hasse è di area unitaria, essendo un quadrato di lato unitario, in particolare:

$$Area_{total\ Hasse\ diagram} = 1$$

Dunque

$$P_{LS_x} = \frac{Area_{LS_x}}{1}$$

Quindi

$$P_{LS_x} = Area_{LS_x}$$

Da cui, stante l'ipotesi che le aree sono tra loro uguali, risulta:

$$P_{LS_{x'}} = P_{LS_{x''}} \quad \forall x', x'' \in (V, F, T, \perp, T \rightarrow V, \perp \rightarrow V, Q_V \rightarrow T, Q_V \rightarrow \perp, T \rightarrow F, Q_F \rightarrow T, Q_F \rightarrow \perp)$$

Che chiameremo condizione di equi probabilità degli status logici nel del Diagramma di Hasse con valori limite speculari.

In questo modo risulta che il diagramma è stato diviso in status logici equiprobabili. Tale condizione è di fondamentale importanza in fase di set-up iniziale della valutazione: Di fatti,

attribuendo ai valori limite dei valori maggiormente restrittivi, si innalza la soglia di rischio dell'Analisi. Infatti, inserendo soglie più restrittive degli status logici Vero e Falso, cioè legate ai valori di C_1 e C_2 diminuiscono le aree associate a tali status logici, aumentando invece le Aree degli status logici non estremi ad esse connesse, venendo meno la condizione di equi-probabilità. Dunque aumenta la probabilità di ottenere uno status logico non estremo mentre diminuisce quella di ottenere uno status logico estremo definito come VERO o come FALSO. Diminuendo in valore assoluto i valori di C_3 e C_4 aumentano le aree relative ai rischi di Contraddizione e Indeterminazione, aumentando la probabilità di ottenere degli status logici estremi di Contraddizione e Indeterminazione. Nel prossimo paragrafo parleremo dei criteri di Start & Stop del Processo: Giacché i criteri di stop si basano sul raggiungimento di un certo status logico definito accettabile, ne segue che l'aumento o la diminuzione delle probabilità di ottenere un certo status logico ha un impatto sulla probabilità dell'aumento della durata totale del processo con effetti sui costi del processo decisionale.

SETTING PHASE-Settaggio dell'Algoritmo: Aree di Accettabilità e di Non Accettabilità dei risultati finali

Definiti i valori limite, il diagramma di Hasse risulta suddiviso in 12 aree corrispondenti agli status logici. Durante il processo di valutazione, a seconda dello status logico sono proposte delle azioni correttive. Alla fine dell'ultimo ciclo di valutazione, gli status logici forniranno informazioni sul consenso tra le decisioni su di uno specifico *Task* e conseguentemente sul tipo e grado di rischio. Per tipologia di rischio, nel modello sviluppato, sono stati classificati status logici legati al rischio di *Contraddizione* e status logici legati al rischio di *Indeterminazione*. Il grado di rischio viene misurato sullo status logico. In fase di Settaggio del modello, dovranno essere definiti le aree di accettabilità alla fine dell'ultimo ciclo di valutazione. Di seguito si mostra una proposta di suddivisione di aree di accettabilità e non accettabilità basato sul criterio di aree tendenti allo status logico Vero ed aree non vicine allo status logico VERO:

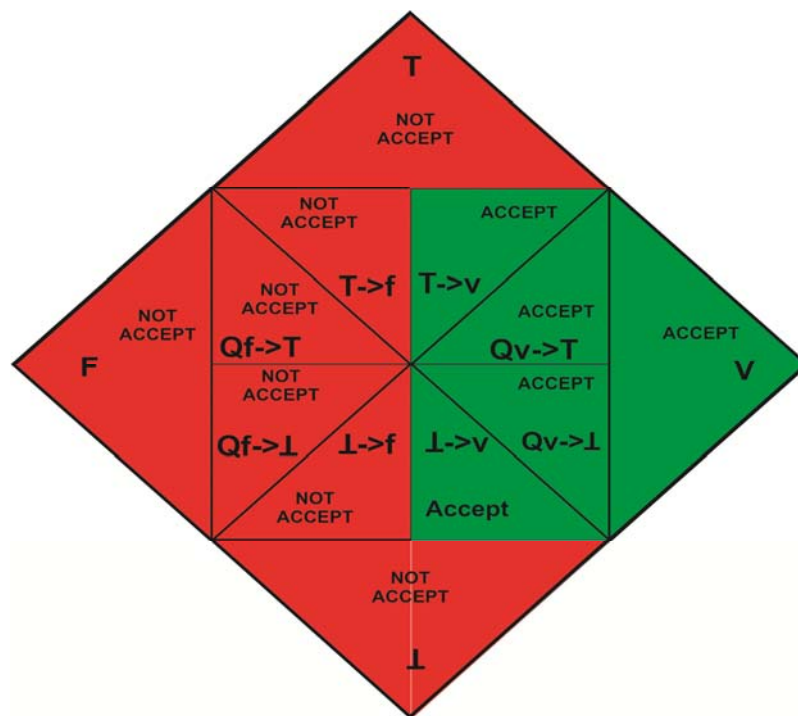


Figura 26 Aree di Accettabilità delle Risposte nel Diagramma di Hasse

Come si osserva dalla figura 30 è stata associata ad ogni stato logico un' azione di accettazione o di rifiuto della risposta degli esperti a seconda della sua natura che dipende dalla sua posizione rispetto all' asse della contraddizione (verticale) e di certezza (orizzontale). Ad esempio uno stato logico $Q_v \rightarrow T$ deve essere accettato in quanto presenta un grado di certezza maggiore del grado di contraddizione e quindi più vicino allo stato logico V.

SETTING PHASE-Settaggio dell'Algoritmo: Criteri di Start and Stop

Per criterio di start, si intende la condizione a partire dalla quale, passato un certo intervallo di tempo e raccolte un certo numero minimo di valutazioni per una certa domanda, viene lanciato l'algoritmo LPA2v. Mentre per criterio di STOP si intende il criterio con il quale si ferma il ciclo "valutazione=>azioni correttive" per passare al ciclo "ultima valutazione=>risk analysis". I criteri sono una parte essenziale dell'Algoritmo 'Metodo Butterfly'.

Le variabili da settare sono :

- a) Numero minimo di esperti, m , che dovrà svolgere una valutazione durante un certo ciclo di valutazione per una certa domanda;
- b) Tempo minimo atteso dal sistema per collettare gli esperti. Questo per permettere, nello stesso arco di tempo di ricevere più valutazioni. Ogni istante nella descrizione del modello sarà indicato con T_n , con n che indica la fase all'interno di uno specifico ciclo;
- c) Numero massimo di cicli di valutazione, j , prima di lanciare la risk analysis ;

L'algoritmo inizia il processo di valutazione partendo dalla domanda più complessa tra quelle classificate in fase di analisi del problema. Di seguito una serie di definizioni che ci serviranno per formalizzare questi concetti in forma di algoritmo.

Indicheremo la Variabile V_{jikwz} , indicante il numero di valutazione raggiunta durante il j -esimo ciclo, dall' i -esimo Expert, per la k -esima domanda di peso (priorità) assegnato w ,. Con la lettera z identificheremo l'expert i . Dunque i pedici:

j = pedice indicante il j -esimo ciclo di valutazione in corso

i = pedice indicante l' i -esimo numero di valutazione ricevuta

k = pedice indicante la k -esima domanda

z = indica il numero identificativo dell'Expert. E' un indicazione funzionale alla verifica che l'Expert risponda ai criteri di assegnazione;

w = peso della domanda nel processo decisionale;

Z = Insieme degli Expert

Definiamo adesso alcune variabili temporali, per settare il tempo di ciclo:

T_{jikwz} = Istante in cui, durante il j -esimo ciclo, viene eseguita l' i -esima valutazione della k -esima domanda dall'Expert z ;

Risulterà

T_{j0k} = Istante ZERO in cui il *Requestor* ha completato o modificato (se dopo il primo ciclo) la *k*-esima risposta nel *j*-esimo ciclo;

$\Delta_i = T_{jikwz} - T_{j(i-1)kwz'}$ = Tempo tra gli istanti T_{jikwz} e $T_{j(i-1)kwz'}$

dove $T_{j(i-1)kwz'}$ indica l'istante successivo al ricevimento dell'*i*-1 esima valutazione da parte dell'(*i*-1)-esimo *Expert* corrispondente a z' ;

mentre T_{jikwz} indica l'istante dopo il ricevimento dell'*i*-esima valutazione da parte dell'*i*-esimo *Expert* corrispondente a z , durante il *j*-esimo ciclo della *k*-esima domanda;

con $z \neq z'$ (gli *Expert* sono due soggetti differenti).

Questo valore indica il tempo trascorso tra due valutazioni . Il pedice *i* risulta per definizione

$$i > 0$$

essendo T_{j0k} l'istante in cui il *Requestor* ha appena terminato la propria risposta:

Δ_{minjkw} = Intervallo di tempo minimo che il sistema aspetta prima di lanciare l'algoritmo. Il pedice *j*, indica la possibilità di modificare tale limite a seconda del ciclo di valutazione in cui ci si trova e della domanda, dando più o meno tempo per collettare le valutazioni nella fase iniziale o finale²⁰.

Indichiamo con:

V_{jminkw} = Numero minimo degli *Expert* che esegue una singola valutazione in un certo lasso di tempo per la *k*-esima domanda durante il *j*-esimo ciclo;

Il criterio di START dell'Algoritmo risulterà:

1. *Step preliminare di matching tra task e valutatori*²¹, ovvero scelta tra i task disponibili, quello di maggior valore *w*; a cui associare i migliori valutatori tra quelli disponibili;

²⁰ Tale possibilità dipende dal tipo di problema trattato e dal modello fisiologico d'apprendimento che sarà tenuto conto dal *Requestor* durante il settaggio dell'Algoritmo

²¹ Non modellizziamo tale associazione perché sarà discussa nei prossimi paragrafi e risulta essere banale.

2. *Stante che sia stata associata la risposta ai valutatori*

If $j \leq \text{MAX NUMBER OF CYCLES}$

Then

If $V_{ijkwz} \geq V_{jminkw}$ (PRIMA CONDIZIONE)

and

If $\Delta_i \geq \Delta_{minjkw}$ (SECONDA CONDIZIONE)

Then

Run LPA2v

Else

Search other Experts Evaluation in Z-(z).

(Cerca un altro expert, che risponda ai criteri, che chiariremo, nell'insieme Z degli Expert meno l'Expert numero z)

Ovvero ad ogni ciclo, di valutazione della risposta alla k-esima domanda²², viene aspettato un tempo minimo di attesa per collettare le V_{jminkw} (numero di valutazioni minime durante il ciclo j per la k-esima domanda) di complessità w, alla fine del quale, se sono raggiunte le valutazioni richieste l'algoritmo LPA2v è lanciato, altrimenti viene ricercato un nuovo *Expert* nell'insieme Z degli Expert. Il principio di settaggio dei valori minimi garantisce il rispetto di requisiti minimi di qualità del processo decisionale, fornendo sempre un certo numero di valutazioni, ma dando la possibilità di collettarne il più possibile (essendo il numero di valutazioni una delle variabili della qualità del processo) in un certo lasso di tempo. L'algoritmo può anche prevedere un valore massimo: Questo significa trasformare il vincolo

$$V_{ijkwz} \geq V_{jminkw}$$

in

²² Si considera l'assunzione di aver già classificato gli Evaluation Task in ordine di importanza.

$$V_{jmaxkw} > V_{jikwz} \geq V_{jminkw}$$

Dove V_{jmaxk} è il numero massimo di valutazioni durante il ciclo j per la k -esima domanda.

Per quanto concerne il vincolo di tempo, è possibile settare un tempo massimo, trasformando il vincolo

$$\Delta_i \geq \Delta_{minjkw}$$

in

$$\Delta_{maxjkw} > \Delta_i \geq \Delta_{minjkw}$$

Tale modifica potrebbe essere utile se legata ad esempio all'attivazione di un processo di *Allert* indirizzato al *Requestor* al fine di modificare i parametri di settaggio o attivare altre azioni correttive, avvisando il *Requestor* che non è stato possibile raggiungere il numero minimo di valutazioni richieste dal processo per il ciclo j della k -esima domanda nell'intervallo di tempo settato.

SETTING PHASE-Settaggio dell'Algoritmo: Correttive Action Matrix

Agli status logici, sono connesse delle azioni correttive. Le azioni correttive vengono determinate in base ai risultati degli status logici ad ogni ciclo di valutazione. Nello specifico, definiti:

m = minimum number of Expert Evaluator

j = Evaluation Cycle progressive number

Si riporta di seguito la tabella di azioni correttive che il *Requestor* metterà in atto durante la fase di *Strategy Improvement*.

LOGIC STATUS	Action Proposed to the user after the j -Cycle	Number of experts who will carry out the $j+1$ -Evaluation Cycle
<i>Almost FALSE tends to Inconsistent</i>	CHECK IF THE ANSWER OR THE ASSUMPTION CAN GENERATE CONFLICT	$m+(25\%*m)$
<i>Almost FALSE tends to Indeterminate</i>	CHANGE THE ASSUMPTION AND REVIEW THE ANSWER	M
<i>Almost TRUE tends to Inconsistent</i>	CHECK IF THE ANSWER OR THE ASSUMPTION CAN GENERATE CONFLICT	$+(25\%*m)$
<i>Almost TRUE tends to Indeterminate</i>	IMPROVE THE ASSUMPTION	M
FALSE	NO CHANGES	M
INCONSISTENT	CHECK IF THE ANSWER OR THE ASSUMPTION CAN GENERATE CONFLICT	$m+(66,66\% * m)$
<i>Inconsistent tending to FALSE</i>	CHECK IF THE ANSWER OR THE ASSUMPTION CAN GENERATE CONFLICT	$m+(33,33\%*m)$
<i>Inconsistent tending to TRUE</i>	CHECK IF THE ANSWER OR THE ASSUMPTION CAN GENERATE CONFLICT	$m+(33,33\%*m)$
INDETERMINATE	IMPROVE THE ASSUMPTION	$m+(33,33\%*m)$
<i>Indeterminate tending to FALSE</i>	CHANGE THE ASSUMPTION AND REVIEW THE ANSWER	$m+(25\%*m)$
<i>Indeterminate tending to TRUE</i>	IMPROVE THE ASSUMPTION	$m+(25\%*m)$
TRUE	NO CHANGES	M

Tabella 8 Tabella di Set-Up delle Azioni correttive

Nello specifico, in caso di *Inconsistenza*, è aumentato il numero dei valutatori, al fine di raccogliere più giudizi e sciogliere l'inconsistenza, nel caso di *Indeterminazione* è richiesta anche la modifica della risposta da parte del *Requestor*.

SETTING PHASE-Settaggio dell'Algoritmo: Trustability Matrix

Nell'Algoritmo LPA2v, ogni valutazione fornita è costituita da :

1. Giudizio, ovvero VERO o FALSO
2. GRADO di CONFIDENZA, ovvero un numero tra 0 ed 1,
3. FEEDBACK descrittivo.

Il grado di confidenza è un indicatore che l'esperto esprime sulla base delle proprie competenze ed esperienze nel fornire un Giudizio, su di una specifica risposta fornita dal *Requestor*. Tuttavia, il GRADO di CONFIDENZA è un giudizio soggettivo, rischiando di essere vacuo se non opportunamente valutato. A tal proposito, in Butterfly si propone un approccio differente. Essendo il processo guidato dal *Requestor*, a inizio processo, è possibile settare dei criteri di maggiore fiducia verso alcune caratteristiche richieste agli esperti che saranno coinvolti nel processo decisionale. Infatti, ogni risposta corrisponde ad una domanda, che in fase di analisi del problema viene taggata per tipo di disciplina e pesata a seconda dell'importanza attribuita all'interno del processo decisionale da parte del *Requestor*. Quest'informazione, insieme ai criteri di fiducia (Matrice di *Trustability*), saranno poi utili anche in fase di assegnazione dei task, come verrà poi spiegato. L'indicatore di *Trustability*, altro non è che la media pesata dei punteggi ottenuti dall'Expert rispetto ad alcune sue caratteristiche, definite in fase di profiling dell'insieme (database) degli esperti da parte del *Requestor*. Tali caratteristiche sono definite in fase iniziale da parte del *Requestor*, e potranno variare nel tempo (ovvero durante i cicli) sulla base dei risultati raggiunti dall'algoritmo. Quindi detta f_i il punteggio relativo alla generica caratteristica²³ (esempio anni di esperienza, numero di progetti seguiti, pubblicazioni scientifiche in un certo settore) nella disciplina d , ed α_i il

²³ Il valore di f_i si intende già normalizzato

peso attribuito dal *Requestor* alla caratteristica, definiremo *Trustability Index per la Disciplina d* al tempo zero, l'indicatore così sviluppato :

$$Trust_{zdj} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} f_{idj} * \alpha_{idj}}{n}$$

Dove

$$0 > f_{id} \geq 1$$

$$0 > \alpha_{id} \geq 1$$

In fase di settaggio dell'Algoritmo quindi, deve essere definita la matrice delle caratteristiche e dei pesi per ogni disciplina che contribuirà al calcolo del *Trustability Index*, possiamo quindi sintetizzare il calcolo dell'indicatore nella seguente tabella di settaggio:

CALCULATION OF TRUSTABILITY INDEX for Discipline <i>d</i>		
Feature Score	Weight	Total Score
f_{1d}	α_{1d}	$f_{1d} * \alpha_{1d}$
f_{2d}	α_{2d}	$f_{2d} * \alpha_{2d}$
.	.	
.	.	
.	.	
f_{nd}	α_{nd}	$f_{nd} * \alpha_{nd}$
Trustability Index		$\frac{\sum_{i=1}^{i=n} f_{id} * \alpha_{id}}{n}$

Tabella 9 Calcolo Trustability Index

L'indicatore, è calcolato per le discipline di cui l'*Expert* è esperto, e servirà a correggere il GRADO di CONFIDENZA secondo una modalità che sarà descritta nella paragrafo *Profiling e*

Ranking dell'Expert Evaluator che tiene conto dell'apprendimento dell'*Expert* durante i cicli di valutazione, aumentandone la fiducia in base ai risultati raggiunti. il *Trustability Index* misura le competenze in maniera generale su di una specifica disciplina, calcolando la media pesata dei punteggi di alcune caratteristiche definite dal *Requestor*. Per l'assegnazione del peso, è possibile pensare ad una modellizzazione analitica che tenga conto di elementi quali-quantitativi del problema. Ad esempio:

caso a) Se il problema presenta in fase di analisi un numero elevato di relazioni di causa-effetto ben definite, ovvero con un grado di sicurezza iniziale elevato, è possibile che ci si trovi di fronte ad un problema complesso, di cui però sono note le relazioni, possiamo dare maggior peso alle caratteristiche derivanti dall'*Expertise*, come il numero di progetti (attività simili) effettivamente seguite, anni di esperienza o altro che possa misurare la seniority professionale;

caso b) Se invece il problema necessita di soluzioni creative/innovative, andrà dato maggior peso a quelle caratteristiche legate all'oggettiva creatività dell'*Expert Evaluator*, come il numero di brevetti, pubblicazioni scientifiche, progetti svolti;

In fase di settaggio, il *Requestor* potrà anche preferire una differente strategia di valutazione, cercando di dosare durante processo il differente know-how, in altre parole il *Bacino di Intelligenza collettiva a disposizione*, modificando la composizione delle preferenze del team di valutazione durante i cicli: richiedendo che ad esempio, ad un certo ciclo, si prediliga un team misto se i risultati giungono a certi status logici. E' quindi possibile generare una tabella di azioni correttive che tenga conto delle competenze dei valutatori oltre che del loro numero.

3.4 EVALUATION PHASE: Assegnazione, Valutazione e Correzione del Grado di Confidenza dell'Expert Evaluator

Con *Evaluation Process* si intende il processo di valutazione insito in *Butterfly*, comprensivo del processo di Assegnazione Expert Vs Task, analisi dell'algoritmo ed applicazione delle azioni correttive.

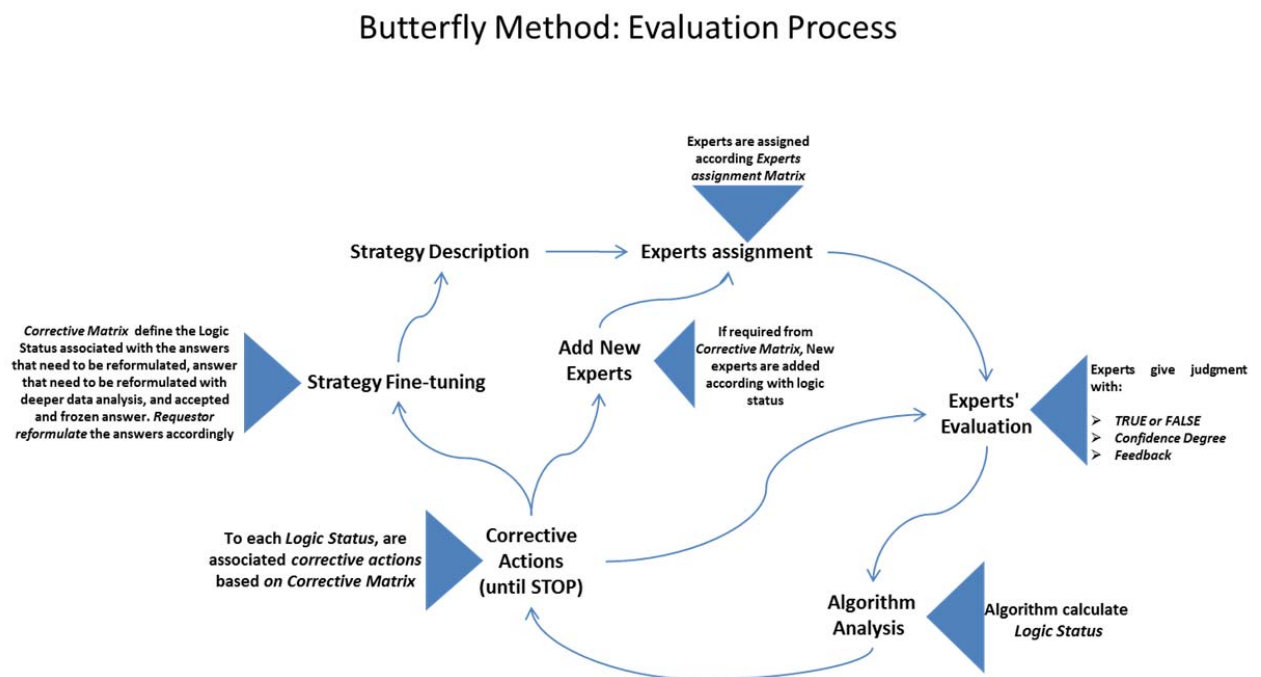


Figura 27 Butterfly Method: Evaluation Process

EVALUATION PHASE-Experts's Assignment

Il criterio di assegnazione è la modalità con cui sono associati gli Expert al singolo task di valutazione da svolgere. Consideriamo la generica valutazione intesa come task da eseguire:

$$V_{ijk}$$

Ovvero la valutazione della domanda k , nel ciclo di valutazione j , svolta dall' i -esimo valutatore. Consideriamo l'insieme Z dei Valutatori. Ogni valutatore ha un profilo caratterizzato da una serie di caratteristiche, le stesse definite nel TRUSTABILITY INDEX. Dunque, per ogni disciplina di cui è specialista, avrà un suo UPDATED TRUSTABILITY INDEX caratterizzante. Oltre a questo, ogni valutatore sarà caratterizzato da una serie di SLOT di disponibilità di tempo a fornire la propria valutazione. Ogni risposta fornita dal *Requestor*, è invece caratterizzata da un peso, misura dell'importanza della domanda nel processo decisionale. Il processo parte dal classificare le valutazioni (task) secondo i pesi ai quali si attribuisce anche valore di priorità. L'algoritmo parte selezionando la Valutazione più complessa scendendo a quelle meno complesse²⁴, ovvero con minore priorità. La valutazione V_{ijk} (task) sarà assegnata al valutatore $z \in Z$ se saranno soddisfatte le seguenti condizioni:

- A) z non ha già eseguito V_{ijk} , ovvero ogni *Expert*, durante ogni ciclo, valuta una domanda una ed una sola volta ;
- B) z ha il massimo *UPDATED TRUSTABILITY INDEX* tra i valutatori disponibile per valutare la discipline della domanda k tra quelli disponibili;
- C) z è disponibile nel tempo Δ_i a poter svolgere la valutazione.

Cioè i criteri di assegnazione, fanno in modo di associare, partendo dalla valutazione con maggiore priorità, il miglior valutatore tra quelli disponibili.

²⁴ Sono possibili anche altri criteri di classificazione e assegnazione: Se ad esempio, si è in presenza di un sistema che è capace di registrare nuovi esperti durante il processo di valutazione, è possibile avere un criterio inverso, cioè partire dai Task più semplici, lasciando quelli più complessi alle fasi finali avendo la possibilità di attingere ad un database di expert più grande in fase finale.

EVALUATION PHASE-Experts's Evaluation

La valutazione di ogni singolo Expert, ad ogni ciclo di valutazione segue lo standard dell'LPA2v, ovvero:

- a) Giudizio, vero o falso Jd_{jkz} del valutatore z rispetto la risposta alla domanda k durante il ciclo j
- b) Grado di confidenza, CD_{jkz} del valutatore z, rispetto la risposta alla domanda k durante il ciclo j;
- c) Feedback, espresso nella forma story telling, ricerca di informazioni e PROs & CONs

EVALUATION PHASE-Algorithm Analysis

E' l'analisi svolta secondo l'algoritmo LPA2v descritto nel capitolo precedente. L'analisi funziona in modo tale che per ogni risposta viene determinato uno status logico, che implicherà un' certo tipo di azione correttiva, che sarà implementata, effettuando nuovamente la valutazione, finche' il risultato dell'algoritmo dopo la nova valutazione non soddisfa il criterio di STOP.

EVALUATION PHASE-Corrective Actions: Strategy Fine tuning e Add New Experts

Le azioni correttive possono essere di due tipi:

- a) Miglioramento della strategia, *Strategy Fine tuning*, ovvero, in caso di status logici dovuti ad *Indeterminazione*, viene richiesto il miglioramento della strategia proposta da parte del *Requestor*. Il *Requestor* può modificare il modo con cui ha espresso la risposta, controllando se la semantica utilizzata poteva dar luogo ad ambiguità, oppure cercare più dati a supporto della risposta, o modificare l'Evaluation Task in una esplicita richiesta di dati;
- b) aggiunta di nuovi esperti (in inglese *Add New Experts*). In caso di *Inconsistenza*. Tale azione viene messa in atto al fine di bilanciare un processo di valutazione in cui esistono giudizi contraddittori verificando su quale status logico si concentreranno i nuovi Experts aggiunti e quali informazioni apporteranno al processo di valutazione.

CORRECTION OF DEGREE OF CONFIDENCE:

Un problema che è stato posto nello studio di questa metodologia è stato quello della valutazione delle capacità del valutatore che risulta essere uno dei nodi critici per poter garantire la qualità del processo decisionale

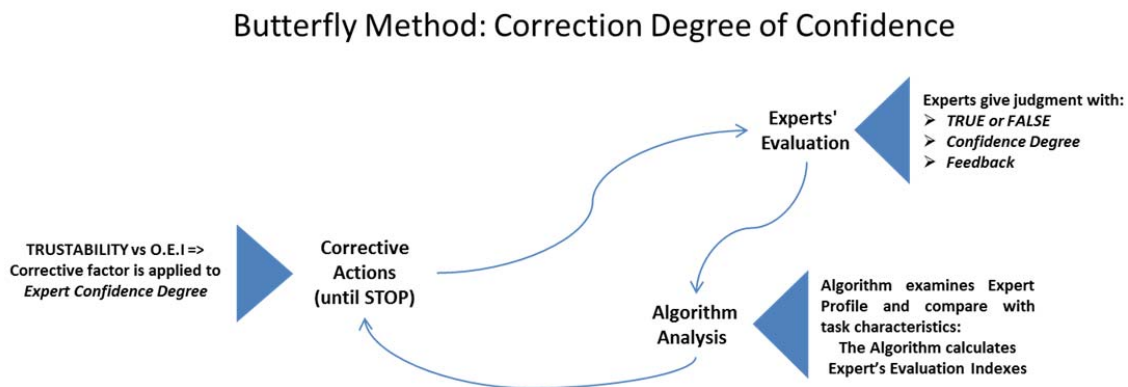


Figura 28 Butterfly Method: Correction of Confidence Degree base on Expert's profile and performance indexes

Il *Trustability Index*, è un indicatore utile in fase preliminare per mappare la popolazione degli *Expert* ed essere utilizzato come link per collegare l'*Expert* ad un certo task da valutare. Il *Trustability* è calcolato su una singola disciplina. Tuttavia, nei processi decisionali, è possibile che sia necessario settare l'Algoritmo di valutazione cercando profili trasversali/Multidisciplinari, con

caratteristiche simili ma su diverse discipline. Di fatto il *Trustability* viene modificato da indice sulla sola disciplina ad indicatore su disciplina e caratteristica. Qualsiasi criterio venga scelto, è poi possibile creare delle classi di *Expert* che hanno i punteggi di specifiche caratteristiche/discipline, anche se appartenenti a discipline differenti, entro certi valori. Nel calcolo della correzione attraverso il *Trustability*, bisogna considerare che tale indicatore non tiene conto del fattore di apprendimento e miglioramento nell'effettuare le valutazioni da parte dell'*Expert* nelle varie discipline: Cioè l'indicatore da solo, non tiene conto di eventuali progressi da parte dell'*Expert* durante il processo, ovvero dell'apprendimento, rischiando di penalizzare a priori. Per ovviare a tale circostanza, e ottenere una valutazione oggettiva basata sugli effettivi risultati, alla fine di ogni Processo di Valutazione, dopo aver implementato la strategia oggetto della valutazione, il *Requestor*, o un entità terza (come un Amministratore di Sistema nel caso di un processo avvenuto in maniera informatizzata) o addirittura gli stessi valutatori²⁵, valuterà se la strategia proposta è stata efficace ovvero se la risposta alla valutazione alla risposta fornita è stata effettivamente VERA o FALSA. Chiameremo tale valutazione, *GIUDIZIO di VERIFICA*. Per le risposte che implicano una stima, o più in generale per quanto concerne quelle variabili non misurabili in termini assoluti, oltre al semplice giudizio finale di VERO O FALSO, è aggiunto un grado di EFFECTIVENESS, ovvero quanto VERE e quanto FALSE rispetto agli obiettivi si sono rivelate le risposte ottenute durante il processo di valutazione. Quindi per ogni risposta, a fine strategia e passato il tempo necessario per poter misurare i risultati²⁶, sono definiti:

- a) Indichiamo con JD_{jkz} , il giudizio (Vero o Falso) fornito dal valutatore z sulla risposta alla domanda k durante il ciclo j ;
- b) GIUDIZIO di VERIFICA, $JD_{verification_k} \in (0; 1)$ per la risposta k , che potrà assumere valore 1 (Vero), e 0 (Falso);

²⁵ La scelta su chi misurerà i risultati della strategia è fortemente dipendente dal tipo di problema trattato e dalle regole sociali esistenti tra *Requestor* ed *Expert*, dipende quindi dal contesto.

²⁶ Ad esempio, nel valutare una strategia di gestione di un progetto, la valutazione dell'efficacia della strategia sarà effettuata a progetto concluso.

- c) GRADO di EFFECTIVENESS²⁷, sinteticamente indicato come $0 \leq DE_k \leq 1$, che misura l'efficacia della strategia proposta della risposta fornita per la domanda k rispetto agli obiettivi, quindi quanto è risultata vera la risposta fornita a fine valutazione;
- d) Per completezza, definiamo come DC_{jkz} il grado di confidenza fornito dal valutatore z per la risposta alla domanda k durante il ciclo di valutazione j .

Indicheremo invece con:

- $N_c = \text{Numero di Risposte corrette}$, intese come quelle risposte in cui risulta che :

$JDverification_k = JD_{j'kz}$, dove $j' = \text{ultimo ciclo di valutazione}$ Quindi quelle risposte in cui il giudizio dell'Expert Evaluator coincide con il giudizio di verifica a prescindere dal grado di confidenza fornito;

- $N_w = \text{Numero di Risposte non corrette}$, intese come quelle risposte in cui risulta che :

$JDverification_k \neq JD_{j'kz}$, dove $j' = \text{ultimo ciclo di valutazione}$

Quindi quelle risposte in cui il giudizio dell'Expert Evaluator non coincide con il giudizio di verifica a prescindere dal grado di confidenza fornito;

Basandoci sulle variabili sopra definite, alla fine di questa controvalutazione, è possibile calcolare una set di indicatori. In particolare, in Butterfly sono stati definiti 3 indicatori di base (C.L.S.I.C, D.C.C.A, S.E.I) che andranno a comporre un indicatore complessivo (overall) detto O.E.I.. Di seguito una descrizione degli indicatori

- *C.L.S.I.C (Correct Logic Status Identification Capacity Index)* esprime il numero di risposte corrette sul totale. Rappresenta la capacità dell'esperto di individuare lo stato logico corretto;
- *D.C.C.A (Degree of Confidence of Correct Answers)* esprime di quanto il grado di confidenza dell'esperto si discosta dal grado di effectiveness (efficacia reale) sulle risposte corrette. Tale indice dà una misura delle competenze del valutatore che aumentano al

²⁷ Questo indicatore, potrà essere semplicemente binario (0, 1) indicando che la risposta fornita era effettivamente VERA o FALSA, oppure, nel caso di variabili misurabili su cui era stata fornita una stima, quanto questa stima si è rivelata vera.

diminuire del suo valore;

- *S.E.I (Severity Error Index)* esprime di quanto il grado di confidenza dell'esperto si discosta dal grado di effectiveness sulle risposte sbagliate. Tale indice misura l'affidabilità dell'esperto. Più è alto il suo valore minore sarà l'affidabilità dello stesso;
- *O.E.I (Overall Evaluation Index)* è un indice complessivo che tiene conto dei valori degli indici precedenti. Viene calcolata la media aritmetica del C.L.S.I.C, il complemento del S.E.I e del D.C.C.A: Viene utilizzato il complemento e non l'indice D.C.C.A, perché per quest'ultimo la scala di misurazione è invertita).

Riportiamo nella tabella di seguito una sintesi delle formule di calcolo e valutazione qualitative dei valori degli indicatori²⁸, definiamo:

N_c = *Number of Correct Answers*

N_w = *Number of wrong answers*

CD = *Confidence Degree given from the Expert Evaluator during last evaluation cycle*

DE = *Degree of Effectiveness*

La tabella risulterà:

²⁸ Le classi di giudizio in base ai valori degli indicatori sono state definite dall'autore. Sono possibili altre classificazioni in base al tipo di problema trattato

INDEX	FORMULA	RANGE	Qualitative Evaluation
C.L.S.I.C <i>(Correct Logic Status Identification Capacity Index)</i>	$\frac{Nc}{Nt}$	0-20 %	very low evaluation capacity
		20-40 %	low evaluation capacity
		40-60 %	normal evaluation capacity
		60-80 %	high evaluation capacity
		80-100 %	very high evaluation capacity
D.C.C.A <i>(Degree of Confidence of Correct Answers)</i>	$\sum_i \frac{DE - CD}{Nc} * \frac{Nc}{Nt}$	0-20 %	very high degree of confidence
		20-40 %	high degree of confidence
		40-60 %	normal degree of confidence
		60-80 %	low degree of confidence
		80-100 %	very low degree of confidence
S.E.I <i>(Severity Error Index)</i>	$\sum_i \frac{DE - CD}{Nw} * \frac{Nw}{Nt}$	0-20 %	very low error severity
		20-40 %	low error severity
		40-60 %	normal error severity
		60-80 %	high error severity
		80-100 %	very high degree of confidence
O.E.I <i>(Overall Evaluation Index)</i>	$\frac{(C.L.I.S.C) + (1 - D.C.C.A) + (S.E.I)}{3}$	0-20 %	inexpert
		20-40 %	little experience
		40-60 %	enough Expert
		60-80 %	Experienced
		80-100 %	Very Expert

Tabella 10 Matrix of Expert Evaluation based on Performance index

Dalla tabella 2, si osserva che dall' O.E.I. si può dedurre un profilo qualitativo dell' esperto relativamente alle aree di competenza.

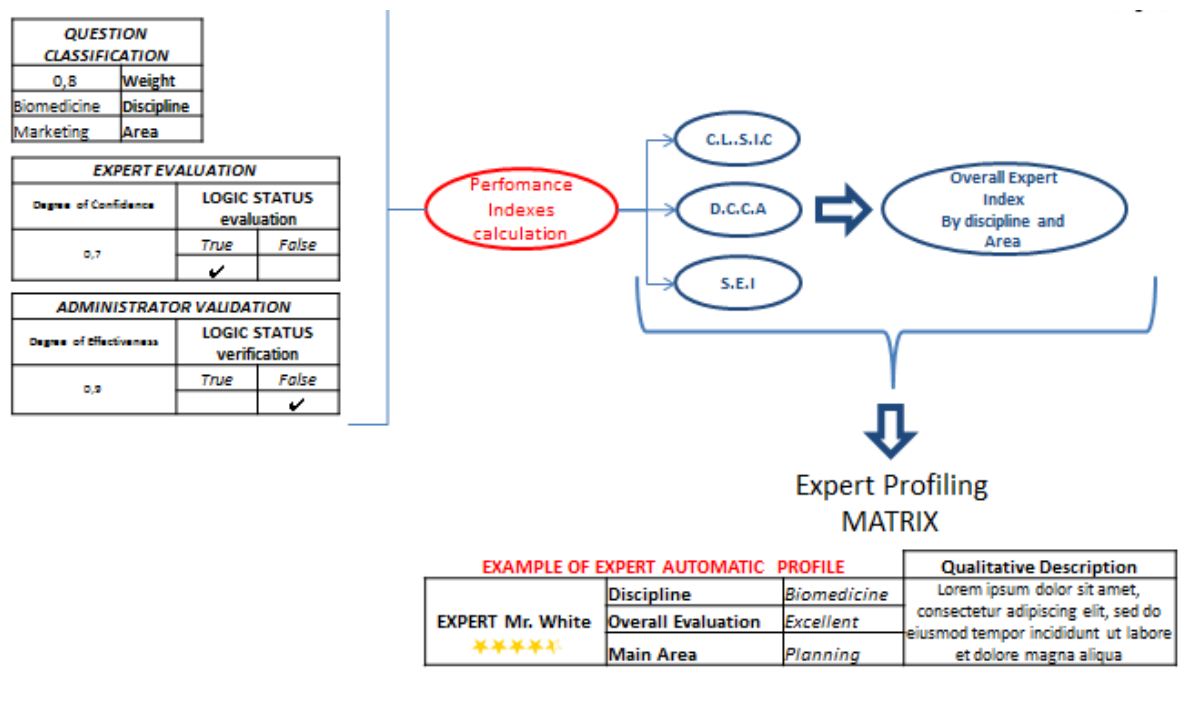


Figura 29 Expert profiling basato sui Performance Index

In fase di correzione del Grado di confidenza, verrà adottato questo criterio:

- a) al tempo T_0 , cioè alla fine della fase di settaggio dell'algoritmo ed inizio della fase di valutazione, sarà utilizzato il trustability index., ovvero,

$$CD'_{jikz} = CD_{jikz} * Tr_z$$

Dove con CD'_{jkz} indichiamo il grado di confidenza effettivamente utilizzato dall'algoritmo per il calcolo dello status logico mentre con CD_{jkz} indichiamo il grado di confidenza dell'Expert z fornito

- b) Al tempo T_n , in cui è disponibile il primo calcolo dell'indicatore Overall , viene confrontato il Trustability con L'overall.

$$SE O.E.I_{T_n} \leq Tr_z$$

Allora

$$CD'_{jikz} = CD_{jikz} * O.E.I_{T_n}$$

Dove con CD'_{jkz} indichiamo il grado di confidenza effettivamente utilizzato dall'algoritmo per il calcolo dello status logico mentre con CD_{jkz} indichiamo il grado di confidenza dell'Expert z fornito. Dopo aver consolidato l'O.E.I., ovvero quando la varianza non risulta rilevante, viene corretto il valore esclusivamente con l'O.E.I., anche se tale valore dovesse risultare maggiore del *Trustability*. Questo perché da un lato ci si mette in condizioni di sicurezza prediligendo un approccio conservativo, dall'altro si tiene conto del fattore di apprendimento quando questo dato è solido. L'indice risultante da tale operazione di confronto verrà indicato come *UPDATED TRUSTABILITY INDEX*. Concludendo, la metodologia Butterfly permette di gestire il grado di contraddizione tra gli esperti, calcolando uno stato logico diverso per ogni domanda. A seconda dello stato logico, l'algoritmo determina l'azione migliore misurando il grado di confidenza e la contraddizione tra gli esperti. L'obiettivo è di pervenire a solide assunzioni in grado di giustificare le azioni della strategia e misurare il rischio associato ad ogni azione sulla base delle informazioni disponibili.

3.4 LAST EVALUATION CYCLE PHASE: Finetuned Strategy ed Interpretazione grafica dei risultati

L'ultimo ciclo di valutazione è quello che viene iniziato a partire dal soddisfacimento del criterio di Stop. Quando il criterio di stop è ritenuto soddisfatto, è sottoposto il problema ai valutatori per l'ultima volta. A differenza dei cicli precedenti, in questo caso non sono attivate azioni correttive ma viene misurato il rischio connesso ad ogni valutazione sulla base dello status logico. L'algoritmo, alla fine del ciclo proporrà delle azioni del tipo:

Butterfly Method: Last Evaluation Cycle

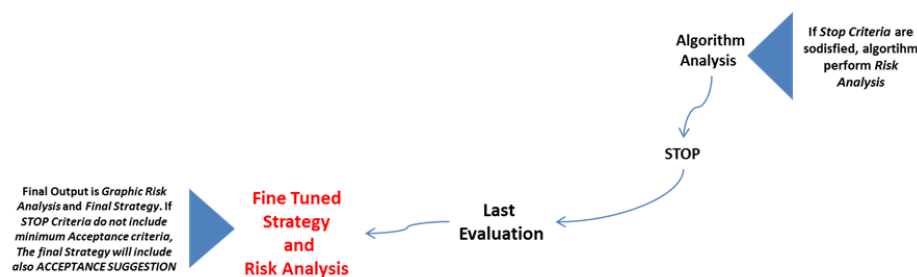


Figura 30 Last Evaluation Cycle

È rilanciato l'algoritmo che porta per ogni domanda ad un nuovo stato logico. In questo caso però, ad ogni status logico il feedback dell'Algoritmo è ACCETTARE o RIFIUTARE la risposta. Oltre al feedback, Accettare o Rifiutare, l' output di questa fase è una Risk Analysis. Si associa ad ogni stato logico un rischio correlato con l'azione (accetta o rifiuta) a seconda della sua natura. Il grado di rischio può essere Low, Medium e High come mostrato nella tabella seguente:

ACCETTA la RISPOSTA

RIFIUTA la RISPOSTA

Con annessa una misura ed analisi del rischio connesso con l'accettare o rifiutare , ovvero il rischio che si sta assumendo il *Requestor* dal momento in cui accetta al valutazione ottenuta con il Metodo Butterfly.

LAST EVALUATION CYCLE: Algorithm Stop

Per criterio di Stop, si intende la condizione, in cui l'algoritmo non esegue più azioni correttive ma passa all'ultimo ciclo di valutazione per la misurazione del rischio

STOP CRITERIA	Criteria Description
<i>Option A</i>	Wait that the Evaluation for the answer "A" get a "logic Status" in a certain acceptable area
<i>Option B</i>	Make a certain number of Evaluation cycle for the answer "A"
<i>Option C</i>	If answer "A" get a certain "logic status" in acceptable area Accept, if make new "N" Evaluation cycle

Tabella 11 Stop Criteria del Metodo Butterfly

Dopo l'ultimo ciclo di valutazione, l'algoritmo non applicherà azioni correttive, ma misurerà il rischio legato ad ogni status logico, secondo la tabella seguente:

TYPE OF RISK linked to Action	Risk Grading Action after the 2nd Round	LOGIC STATUS	PROPOSED ACTION after the 2nd Round
LACK OF INFORMATIONS	LOW RISK	Almost FALSE tends to Indeterminate	NOT ACCEPT THE ANSWER
LACK OF INFORMATIONS	LOW RISK	Almost TRUE tends to Indeterminate	ACCEPT THE ANSWER
LACK OF INFORMATIONS	MEDIUM RISK	Indeterminate tending to FALSE	NOT ACCEPT THE ANSWER
LACK OF INFORMATIONS	MEDIUM RISK	Indeterminate tending to TRUE	ACCEPT THE ANSWER
LACK OF INFORMATIONS	HIGH RISK	INDETERMINATE	NOT ACCEPT THE ANSWER
CONTRADICTION BETWEEN EXPERTS	LOW RISK	Almost FALSE tends to Inconsistent	NOT ACCEPT THE ANSWER
CONTRADICTION BETWEEN EXPERTS	LOW RISK	Almost TRUE tends to Inconsistent	ACCEPT THE ANSWER
CONTRADICTION BETWEEN EXPERTS	MEDIUM RISK	Inconsistent tending to FALSE	NOT ACCEPT THE ANSWER
CONTRADICTION BETWEEN EXPERTS	MEDIUM RISK	Inconsistent tending to TRUE	ACCEPT THE ANSWER
CONTRADICTION BETWEEN EXPERTS	HIGH RISK	INCONSISTENT	NOT ACCEPT THE ANSWER
NULL	MINIMUM RISK	TRUE	ACCEPT THE ANSWER
NULL	MINIMUM RISK	FALSE	NOT ACCEPT THE ANSWER

Tabella 12 Risk Analysis Matrix

LAST EVALUATION CYCLE-Interpretazione grafica: Aree di Accettabilità ed Aree di Rischio

In fase di settaggio, sono state definite le Aree di Accettabilità e non accettabilità delle risposte ottenute:

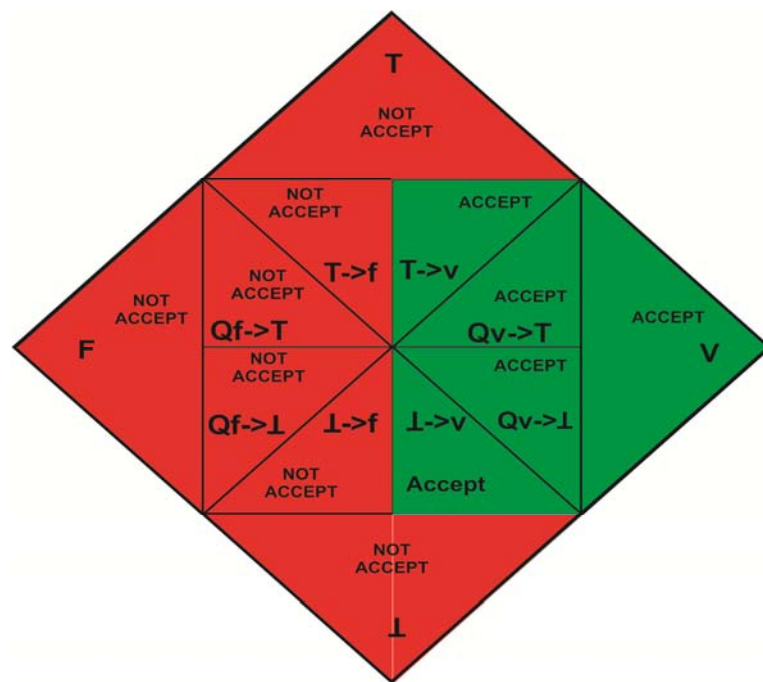


Figura 31 Aree di Accettabilità delle Risposte nel Diagramma di Hasse

Analogamente si può trasferire l' analisi dei rischi sul diagramma di Hasse come si osserva nella figura 31:

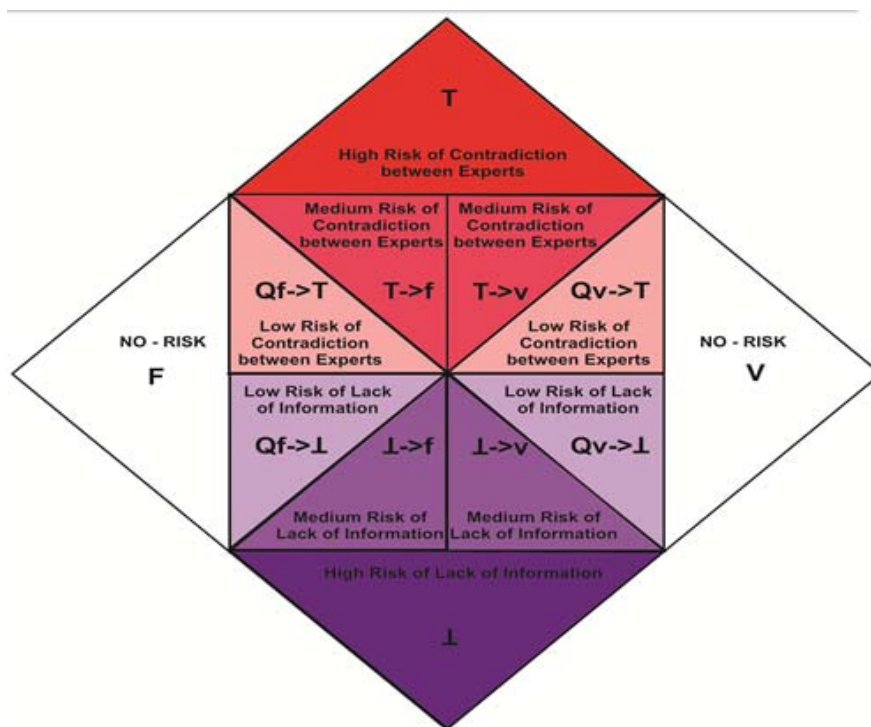


Figura 32 Risk Analysis nel Diagramma di Hasse

I rischi possibili identificati dall'Algoritmo sono due:

1. **contraddizione** tra esperti, ovvero giudizi forniti con un grado di confidenza accettabile ma contraddittori;
2. **indeterminazione**, cioè giudizi forniti complessivamente con un grado di confidenza basso, frutto di **mancanza di informazioni**.

Mentre la seconda può essere frutto sia di mancanza di informazioni che di informazioni errate la prima ha sicuramente una componente di informazioni errate.

Agli stati logici estremi V(vero) e F(falso) è associato un rischio nullo alle azioni (accetta o rifiuta) perché non c'è né contraddizione né mancanza di informazioni. Invece agli stati logici estremi T(inconsistente) e \perp (indeterminato) è associato un alto rischio anche se di natura diversa. Nel primo stato logico si tratta di un rischio legato alla contraddizione tra gli esperti, nel secondo invece ad una mancanza di informazioni. La differenza fondamentale è che la contraddizione tra esperti porta con sé informazioni errate, perché se due o più esperti sono in contraddizione significa che si stanno esprimendo con un grado di confidenza abbastanza elevato in maniera contraddittoria. Ne consegue che tra gli esperti esiste qualcuno che ha informazioni errate. Invece nel caso di indeterminazione il grado di confidenza dato complessivamente dagli esperti non è sufficiente a

superare il limite necessario impostato dall' algoritmo. Ciò è frutto di carenza di informazioni relativamente a quella specifica domanda valutata. Per quanto riguarda gli otto stati logici intermedi possiamo distinguere: quattro stati logici a basso rischio , di cui due ($Qv \rightarrow T$ e $Qv \rightarrow \perp$) appartengono alla zona di accettazione e altri due ($Qf \rightarrow T$ e $Qf \rightarrow \perp$) alla zona di non accettazione. Il valore di rischio basso di questi quattro stati logici dipende dalla maggiore lontananza dall' asse della contraddizione; quattro stati logici a medio rischio di cui due ($T \rightarrow v$ e $\perp \rightarrow v$) nella zona di accettazione e due ($T \rightarrow f$ e $\perp \rightarrow f$) nella zona di non accettazione. In quest' ultimo caso il rischio medio dipende dal fatto che la zona in cui cade lo stato logico corrispondente presenta un grado di contraddizione maggiore del grado di certezza. Due status logici estremi, Inconsistente ed Indeterminato, corrispondenti ai punti di massimo rischio.

LAST EVALUATION CYCLE: Finetuned Strategy ed Analisi di Rischio

Alla fine dell'ultimo ciclo di valutazione, dopo l'analisi dei rischi, la strategia ottenuta viene denominata *Finetuned Strategy*. Questa strategia è composta dalle risposte modificate da parte del *Requestor* sulla base dei feedback ricevuti dagli *Expert* durante il processo decisionale. Il processo del Metodo Butterfly, per rispondere ai requisiti di qualità definiti nel primo capitolo, prevede la completa tracciabilità delle modifiche svolte sulla base dei feedback ricevuti. Questo per permettere di analizzare, a valle dell'implementazione della strategia, i feedback e consentire a tutti i decision maker del processo (*Requestor e Expert*) di poter contestualizzare i feedback ricevuti rispetto al problema, trasformando in know-how il processo decisionale. L'algoritmo, in base allo status logico, restituisce il feedback *Accetta / Rifiuta* la risposta, fornendo una misura ed un'interpretazione del rischio legato all'accettare o rifiutare. Quest'analisi, ancora una volta, è legata allo status logico come mostrato in figura 32 *Risk Analysis nel Diagramma di Hasse*.

Nell'Allegato 1, mostriamo una tabella completa di un processo con due cicli di valutazione, con tutte le azioni correttive e l'analisi dei rischi.

Bisogna chiarire un concetto: In Butterfly i rischi identificati sono relativi ad Indeterminazione e Contraddizione, con vari livelli di severità in relazione allo status logico. Tuttavia status logico, non è l'unico elemento caratterizzante la risposta. Infatti, in fase di analisi preliminare, le risposte

ricevono un peso, espressione dell'impatto che hanno nel raggiungimento della *Mission* del processo. Dunque consideriamo in Butterfly, il Rischio come la combinazione di due elementi:

$$Risk = (Ls_x, Impact)$$

Considereremo impatto, il peso dato dai *Requestor* in fase di analisi alla singola domanda.

Dunque:

$$Impact\ Factor\ of\ ij\ Question = W_{ij}$$

$$Impact\ Factor\ of\ i\ on\ j = r_{ij}$$

Abbiamo identificato la singola domanda con la coppia (i,j) in pedice. Questo perché se l'analisi preliminare del problema viene fatta attraverso una Causal Knowledge Map, risulterà che :

$$Impact\ Factor\ of\ i\ on\ j = W_{ij} = r_{ij}$$

Dove

$$i = causa$$

e

$$j = effetto$$

Formalmente definito come il fattore d'impatto tra i nodi i e j determinato in fase di analisi preliminare. Per facilitare la comprensione e l'analisi grafica dei rischi del processo, si rappresenteranno le domande come punti nel diagramma di Hasse. L' *Impact Factor* corrisponderà al raggio del punto²⁹ ovvero:

²⁹ Motivo per cui si è scelta la lettera r per rappresentare il fattore di impatto.

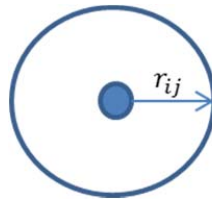


Figura 33 Rappresentazione Grafica dell'Impatto di una Domanda tramite raggio

Nel caso si voglia semplificare l'attribuzione dei pesi, ad esempio con scale del tipo: *Alto (High)* e *Basso (Low)*, è possibile utilizzare una classificazione tramite codice di colori, attribuendo un colore differente al tipo di impatto.

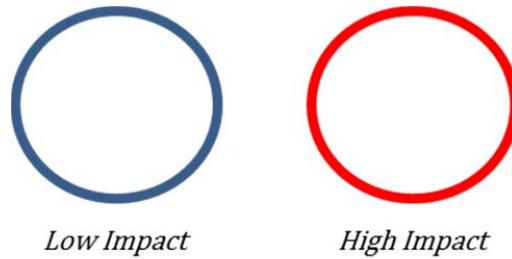


Figura 34 Rappresentazione dell'Impatto di una domanda tramite Color Code

Tale rappresentazione sarà meno accurata ma di più facile ed immediata interpretazione.

All'interno del diagramma di Hasse, a fine analisi si otterrà' un risultato di questo tipo:

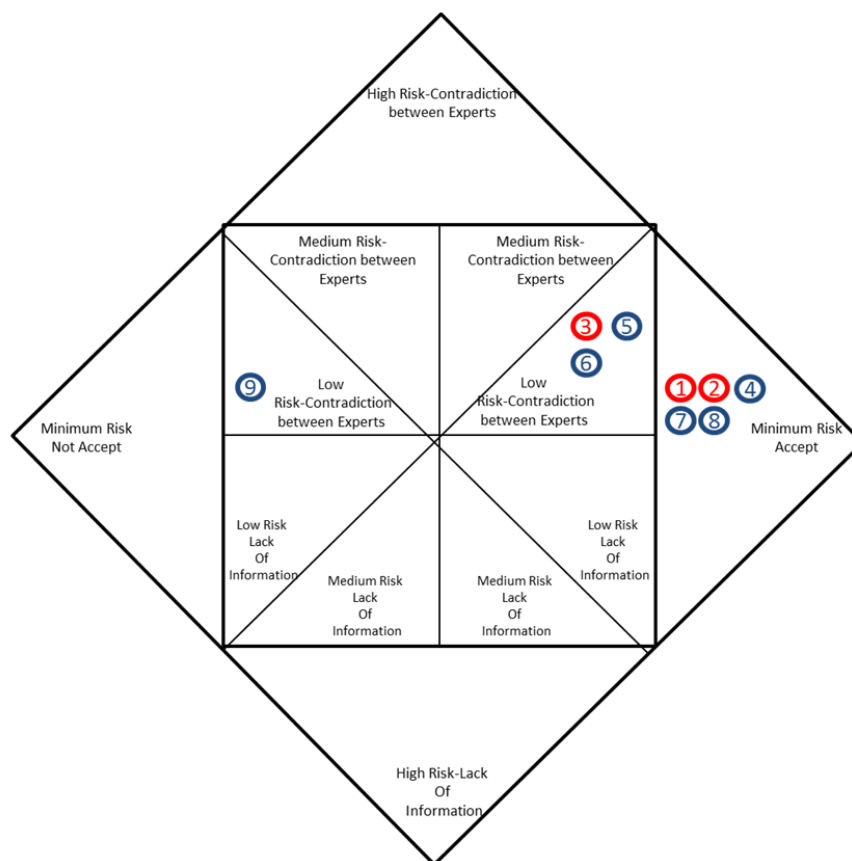


Figura 35 Esempio di analisi dei rischi del Processo Decisionale all'Interno del Diagramma di Hasse

Tale grafo rappresenta la sintesi dell'analisi del processo decisionale. Il grafo ci consente facilmente di avere una valutazione complessiva della consistenza della strategia proposta, identificando se gli aspetti critici della strategia (quelli in rosso nell'esempio in figura 35) ricadono in aree ad alto, medio, basso o rischio nullo. Nel prossimo capitolo si illustrerà l'informatizzazione del metodo ed alcune semplici applicazioni.

4. APPLICAZIONI ED INFORMATIZZAZIONE DEL METODO BUTTERFLY

4.1 Introduzione al Capitolo

In questo Capitolo verranno illustrate alcune possibili applicazioni del Metodo Butterfly e la sua l'informatizzazione all'interno dell'omonima piattaforma web. Per le applicazioni descritte sono riportati degli utili framework con cui poter sviluppare la Problem Analysis nella fase di Setting del Metodo Butterfly e generare le domande per la definizione della strategia, con particolare riguardo ai problemi di pianificazione. Il processo informatizzato è descritto nella tabella nell'Allegato 3: è di tipo semplificato essendo la piattaforma una prima versione dimostrativa sviluppata mentre era ancora in corso questa ricerca: molti degli step descritti nel Metodo Butterfly sono proprio frutto della fase di ALFA test condotti sulla piattaforma durante il progetto di Ricerca. Nell'Allegato 4 è invece descritto il processo completo. I test descritti sono semplici Beta Test con utenti finali e vengono riportati con finalità descrittiva. Tuttavia i test illustrano chiaramente l'analisi paraconsistente ed il processo di finetuning della strategia attraverso le azioni correttive. Nel descrivere la piattaforma verrà trattata l'importante ed innovativa integrazione e informatizzazione di Algoritmi semantici con l'Analisi Paraconsistente.

4.2 Applicazione nei problemi di Pianificazione Industriale

In questo capitolo ci si focalizzerà sul processo decisionale relativo all'identificazione di una strategia di gestione di pianificazione di un progetto con particolare riguardo a quelle decisioni prese nella fase di analisi preliminare, di set-up, caratterizzate da un elevato grado di incertezza e quindi spesso oggetto di un accurato processo di valutazione da parte dei *decision-maker*. L'obiettivo della pianificazione è infatti raggiungere risultati operativi, nel rispetto dei tempi definiti, con il minore uso di risorse e massimo controllo dei rischi: per far ciò, qualsiasi piano strategico e/o operativo deve basarsi su ipotesi consistenti.

I passi generalmente seguiti durante un processo di pianificazione sono:

- 1) Analisi del prodotto/ servizio da realizzare / fornire;*
- 2) Distribuzione del prodotto/servizio nei principali item in relazione a vincoli organizzativi e tecnologici;*
- 3) Identificazione delle fasi e delle metodologie di lavoro e le relative tecnologie da utilizzare;*
- 4) Identificazione delle attività operative;*
- 5) Stima di tempi/costi, in relazione agli obiettivi operativi;*
- 6) Analisi di make or buy;*
- 7) Individuazione di eventi e milestones: eventi correlati all' esecuzione del progetto;*
- 8) Definizione della sequenza di lavoro per ciascuna attività ;*
- 9) Identificazione di attività e milestones collegate ;*
- 10) Calcolo della durata basata sulla disponibilità delle risorse e dei vincoli;*
- 11) Revisione del piano.*

Rispetto agli undici punti evidenziati, la qualità della pianificazione dipende proprio dall'abilità di sviluppare un piano con ipotesi consistenti con le capacità operative dell' organizzazione che svilupperà il piano stesso per la gestione ed il controllo del progetto. A questo scopo, è importante ricordare che la stima delle attività per supportare qualsiasi ipotesi, richiede l'uso di dati storici. Ottenere e gestire tali dati ha un costo e non solo. In settori con una forte componente innovativa e in progetti complessi è difficile ottenere dei dati storici consistenti, perché il progetto porterà ad un nuovo prodotto/processo o semplicemente deve essere sviluppato in nuovi scenari. Pertanto, è possibile che le stime siano realizzate sulla base di dati ed ipotesi che non possono essere supportati da una sufficiente quantità di dati storici a causa dei costi o semplicemente per la mancanza di tempo di raccolta dati. Tuttavia, le attività di pianificazione richiedono l'identificazione, la validazione e il monitoraggio delle ipotesi su cui è stato sviluppato il piano. Le informazioni possono quindi essere incerte e contraddittorie compromettendo la consistenza della decisione su cui sarà poi sviluppato il piano stesso. Questo problema è particolarmente sentito sia dalle imprese in fase di start-up, nella fase di sviluppo di un business plan, che dalle grandi multinazionali in fase di pianificazione industriale. La valutazione della qualità del piano è quindi legata alla valutazione delle ipotesi su cui si basano le decisioni. Le valutazioni sono eseguite, mettendo in discussione le ipotesi del piano cercando di evidenziare eventuali punti di debolezza. Le valutazioni hanno un

valore più elevato se eseguite da un team multidisciplinare: in questo caso sarà possibile analizzare il problema da diversi punti di vista, evidenziando tutti i punti di debolezza che il piano presenta, per poi realizzare diversi scenari di progetto. Gli esperti/decision-makers, generalmente hanno diversi gradi di responsabilità, esperienza e competenza riguardo la decisione. Si tratta di un processo di discussione in cui il team dovrà concordare una strategia operativa, dopo aver analizzato la relazione di causa ed effetto tra decisioni ed obiettivi. In tale processo, il valore aggiunto del singolo esperto, è la possibilità di elicitare la sua esperienza e renderla conoscenza comune per il gruppo, rendendola parte integrante delle informazioni che guidano il processo decisionale (Newton da Costa, 1974). Le informazioni fornite potrebbero essere inconsistenti con le altre, cioè è possibile che due esperti presentino due giudizi diversi sulla stessa decisione e apparentemente siano entrambe corrette. Questo è uno dei punti critici: la disponibilità di dati storici non sempre è sufficiente a rendere un giudizio più consistente di un altro. Infatti il giudizio proposto da un esperto potrebbe essere basato su un'esperienza simile ma non esattamente uguale a quella del problema in questione, anche se le differenze non sembrano significative. Il processo di contraddizione della discussione di gruppo si pone l'obiettivo di migliorare la comprensione della realtà per prendere decisioni che sono supportate da ipotesi controllabili (Newton da Costa & Béziau, *Théorie de la valuation*, 1994). Dunque, definiti gli obiettivi, il processo di pianificazione dovrà includere la definizione di ipotesi controllabili al fine di poter monitorare eventuali variazioni di tali variabili, stimarne l'effetto sugli eventi pianificati e mettere in pratica azioni correttive. La metodologia che si andrà a sviluppare pone proprio l'attenzione sulla valutazione delle ipotesi iniziali, nodo cruciale nello sviluppo di qualsiasi processo di pianificazione e controllo.

Pianificazione dei Grandi progetti di Ingegneria: Un Framework di partenza per il Setting del Metodo Butterfly

Con il termine *Large Engineering Project*, si intende la realizzazione di ponti, gallerie, autostrade, ferrovie, aeroporti, porti, centrali elettriche, dighe, opere idrauliche di scarico, zone economiche speciali, progetti petroliferi e di gas naturale, edifici pubblici, sistemi informatici, progetti aerospaziali, sistemi d'arma, impianti idroelettrici, centrali nucleari, grandi progetti di trasporto pubblico, per i quali può essere complesso determinare la strategia di gestione e le durate

dell'attività, dato che questi sono legati a una serie di fattori che sono difficili da ottenere da dati storici. Ad esempio negli impianti di Oil and Gas si deve anche considerare che, per soddisfare la crescente domanda dei mercati locali, i progetti sono realizzati in loco, e nei paesi emergenti cercando di massimizzare l'utilizzo di manodopera locale, che chiaramente può non avere le competenze necessarie per ottenere una resa di produzione in linea con gli obiettivi del progetto. Negli ultimi anni il settore E & C si trova a fronteggiare con competitors asiatici aggressivi e competitivi in termini di costo. Dunque è essenziale essere in grado di completare un progetto rispettando i vincoli imposti da una baseline schedule. Risparmiare tempo è un valore importante nei progetti E&C che significa ridurre i costi ed essere maggiormente competitivi. È quindi essenziale essere in grado di sviluppare un' *Operational schedule* le cui variabili decisionali siano sostenute da ipotesi coerenti su cui il team di valutatori /decisori converge nel rispetto degli obiettivi del progetto. Per tale tipologia di progetti, risulta quindi fondamentale avere processi decisionali che consentano un processo di pianificazione e controllo coerente, che permetta di monitorare le ipotesi e connettere tutti i livelli della pianificazione su cui viene sviluppata la commessa. Dunque, per tali opere, il Metodo Butterfly costituisce un valido strumento di supporto alle decisioni, sia come processo strutturato di decisione di gruppo, con particolare riguardo nella fase di Set-Up dove devono essere definite le attività, i legami tra esse, gli investimenti ed soprattutto evidenziati i rischi. In fase di esecuzione del progetto, il metodo, oltre a permettere la gestione dei rischi, consentire di supportare le decisioni tracciando l'evoluzione della strategia di Gestione del progetto, permette di gestire le valutazioni degli Esperti Tecnici nelle varie discipline e del Management che si rendono necessarie nel corso dello sviluppo del Progetto. Tale approccio, è doppiamente virtuoso se si considera che nei progetti complessi il Design viene definito con un livello di dettaglio crescente e che quindi la fase di realizzazione (costruzione) del progetto inizia con un design parziale, lasciando dunque diverse aree di incertezza che possono generare effetti moltiplicativi sui tempi della commessa: Questo sia sul Procurement dei Materiali che sulla fase di Costruzione.

Quale Framework di partenza per il Setting del Metodo Butterfly, ovvero per la fase di *Problem Analysis*, si riporta lo schema di seguito :

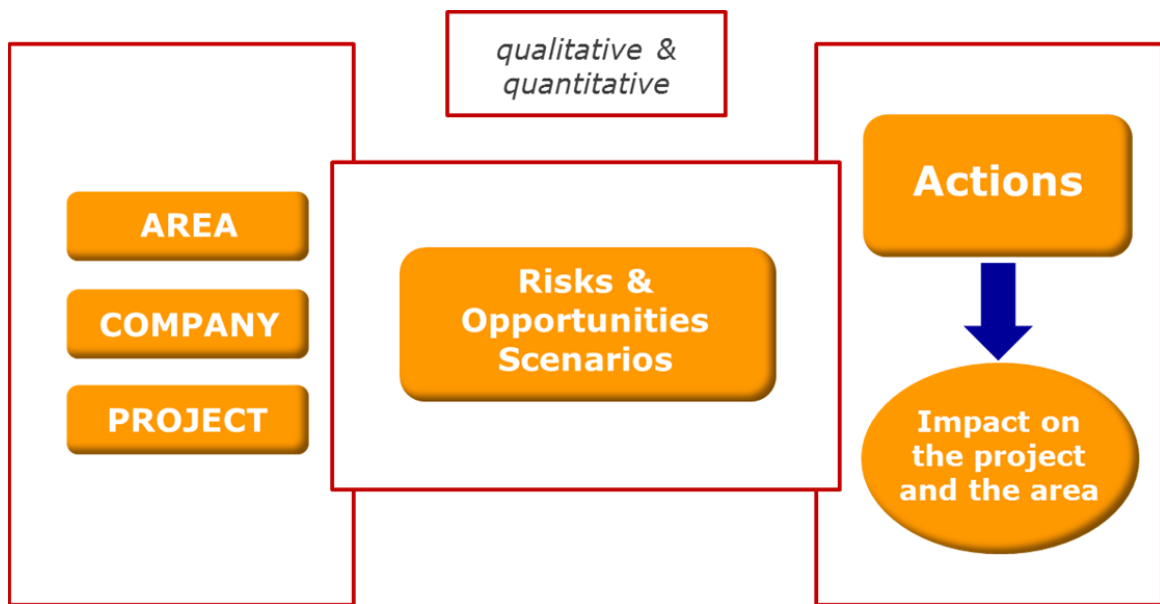


Figure 1 Large Engineering Project Analysis Framework

Il frame-work è diviso in tre blocchi in cui organizzare la *Problem Analysis*:

- nella parte sinistra il frame-work mostra la necessità di analizzare variabili legate al Progetto, ma anche alle capacità operative e strategiche dell'Azienda nel periodo di tempo in cui dovrà essere svolto il progetto, ed alle peculiarità dell'Area dove viene realizzato, per definire i quadri operativi che si prospettano;
- nella parte destra evidenzia la necessità di definizione di più azioni possibili, e la necessità di stimando gli impatti sia sull'Area dove verrà realizzato che sugli obiettivi del Progetto (e conseguentemente sull'Azienda). Si parla di azioni, dovendo definire più possibilità tra cui cercare di eseguire delle scelte;
- Le due analisi porteranno a definire degli Scenari, di Rischi ed Opportunità, dal quale l'Azienda dovrà Settare una Strategia (insieme di azioni) con cui Gestire il Progetto.

Il framework è un punto di partenza da cui poter sviluppare una mappa causale. Nello specifico per definire il punto di partenza dell'Analisi, sia per la parte destra che per la parte sinistra, facendo

riferimento alle quattro dimensioni del successo definite nel Project Management (P.M.I, 2013) e' possibile identificare quattro eventi "Core" del Successo di un Progetto :

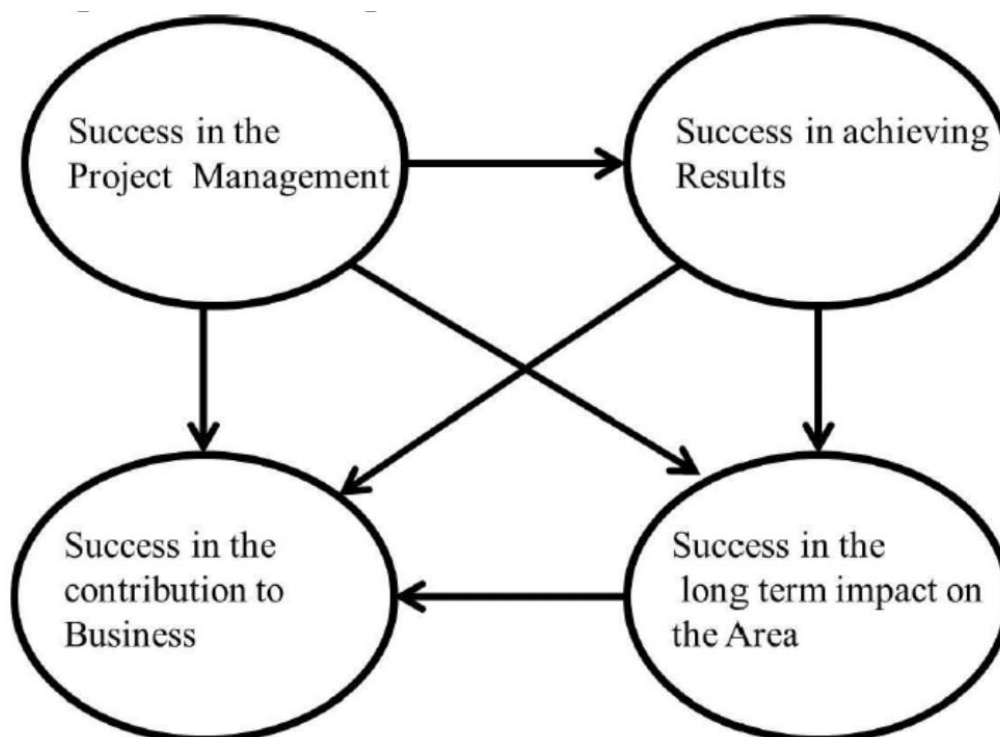


Figura 36 "Core Events of Project Success " estratto da (De Falco, Gallo, Santillo, Troncone, & Vieceili, 2012)

Partendo dai "Core Events" è possibile generare una Mappa Causale definendo gli eventi e le azioni che influiscono sul verificarsi degli eventi target, seguendo i criteri definiti nel Framework *Large Engineering Project Analysis Framework*. Una mappa di questo tipo viene riportata nell'*Allegato 1*. Ottenuta la Mappa Causale, si procederà con le altre fasi del processo del Metodo Butterfly.

4.3 Applicazione nella definizione della Strategia di Impresa: Valutazione e Sviluppo di Modelli di Business

In questo paragrafo si descriverà l'applicabilità di Butterfly alla valutazione della Strategia di Impresa e si affronterà in dettaglio il tema della valutazione e sviluppo di Modelli di Business. In organizzazione aziendale, la strategia d'impresa è la disciplina che permette di progettare l'identità desiderata di una impresa all'interno di un ambiente di riferimento e definire il piano attraverso il

quale realizzare questa identità³⁰. Rispetto ai problemi trattati nel paragrafo precedente, i framework considerati in questo paragrafo sono legati a problematiche strategiche di più alto profilo e minor livello di dettaglio. Porter nel 1982 ha definito un framework per l'analisi della strategia di impresa, chiamato modello delle 5 forze (Porter, 1980), di seguito riportato :

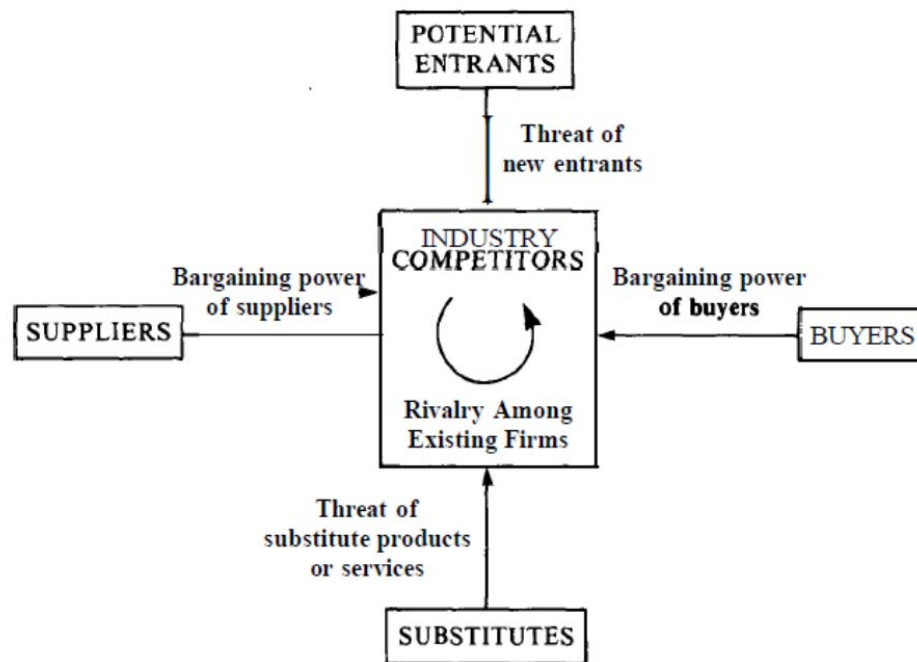


Figura 37 Forces Driving Industry Competition (Porter, 1980)

Il modello di Porter è un framework che aiuta a definire la strategia di impresa secondo quelle che sono dette le forze che guidano la competizione nell'Industria. Per sua stessa definizione considera la strategia di impresa con un'accezione legata alla competizione nel mercato. Tuttavia, negli ultimi anni, per la definizione di Strategia, sono adoperati framework maggiormente legati al concetto di Modello di Business. Il modello di Business guida le attività e le filosofie strategiche, dunque le scelte che l'organizzazione a vari livelli dovrà svolgere tutti i giorni. Dal modello di Business sono poi desunti obiettivi di carattere operativo ed i processi dell'organizzazione per lo sviluppo delle proprie attività. Infatti, per modello di Business, in senso stretto, si intende la logica di base dell'organizzazione per la creazione di valore (Linder & Cantrell, 2000). Gli stessi Linder & Cantarell, nel 2000 lamentavano spesso una certa vaghezza nella definizione del concetto di Business Model da parte di giornalisti, Executive Manager e Tecnici. Nel 2001 Weil e Vitale definiscono il modello di business come una descrizione dei ruoli e delle relazioni tra i consumatori ,

³⁰ Fonte: www.wikipedia.org, aggiornata al 23 Febbraio 2016, visitata il 25/02/2016.

clienti, alleati e fornitori di un'azienda, ed identifica i principali flussi di prodotto, informazioni e denaro , nonché i vantaggi importanti per i partecipanti (Weill & Vitale, 2001) . In tale definizione il focus è nelle relazioni. Nel 2004 , Alexander Osterwalder pubblica la propria tesi di dottorato (A Osterwalder, 2004), in cui definisce un framework divenuto poi quasi uno standard nella definizione dei modelli di business, il Canvas.

Il Modello Canvas di Alexander Osterwalder per il Setting del Metodo Butterfly

Il Business Model Canvas definito da Alexander Osterwalder è un modello concettuale (framework) suddiviso in 9 aree che definiscono il modo in cui l'impresa genera valore. Il modello Canvas viene spesso rappresentato in una tabella a 9 blocchi :

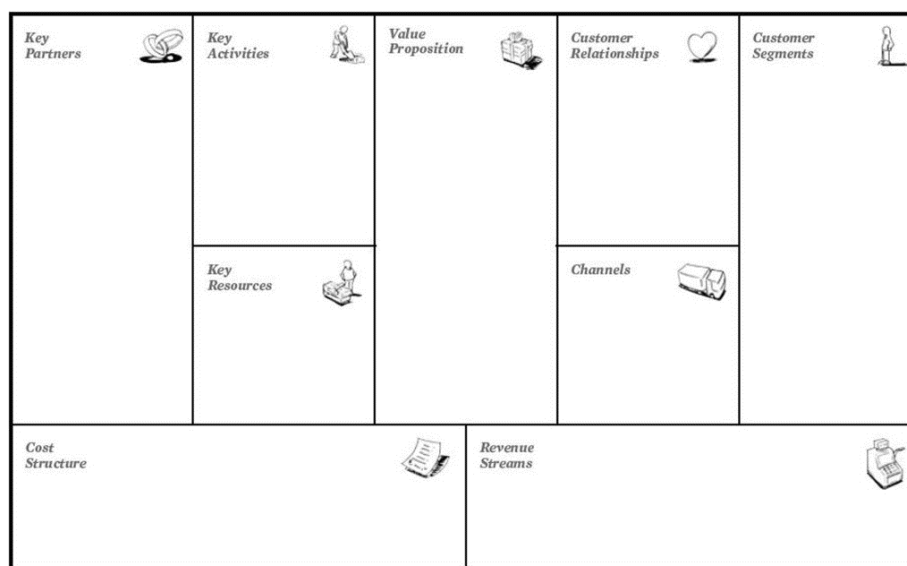


Figura 38 Business Model Canvas

4.4 Applicazione nel Settore Sanitario

Nel campo della medicina questo problema è sentito nelle diagnosi e nei consulti, in cui ogni medico esprime un parere sulla base di esami clinici e della propria esperienza professionale. In questi casi si possono presentare situazioni in cui i pareri sono contrastanti. La definizione di una strategia medica richiede la definizione di due aspetti: Strategia di Analisi e Strategia di Intervento, come riassunto nella figura seguente.



Figura 39 Framework for Medical Strategy Analysis

E' interessante notare che come nei casi precedenti esiste una fase di analisi (Diagnosi) ed esiste una fase di definizione delle azioni. La strategia risulta essere il complesso delle azioni di Analisi ed Esecuzione. Tale approccio può essere replicato anche in altri settori.

4.5 La piattaforma della Start-Up Butterfly

La piattaforma Butterfly, è un sistema informatizzato che permette di sfruttare e gestire quella che è definito processo decisionale di gruppo, utilizzando il concetto di Intelligenza Collettiva descritto nel capitolo 1. La piattaforma è stata sviluppata informatizzando il workflow del metodo Butterfly in versione semplificata. Allo status attuale, 31.12.2015, il flusso utilizzato ha le seguenti semplificazioni:

- a) L'algoritmo lavora su due cicli di valutazione, secondo una tabella di correzione dello status logico ed analisi dei Rischi descritta nell'Allegato 2;
- b) I valutatori sono considerati tutti ugualmente affidabili, non è settato il Trustability Index e la correzione del Grado di Confidenza;

- c) Non viene svolta valutazione e Ranking del Valutatore

Tali processi sono in corso d'informatizzazione e sviluppo e saranno analizzati in pubblicazioni successive a questo lavoro di tesi.

Viene invece svolta:

- a) Analisi paraconsistente e Finetuning della Strategia;
- b) Risk Analysis dopo l'ultimo ciclo.

Butterfly permette di gestire processi decisionali di gruppo anche con grandi quantità di decisori coinvolti. La piattaforma è organizzata per ruoli

4.6 I Test svolti sulla Piattaforma della start-up Butterfly

Test 1: Valutazione del Rischio legato alla valutazione e sviluppo di Modelli di Business di progetti tecnologici Innovativi

Nel primo caso studio si applicherà Butterfly per la valutazione ed il confronto della strategia di sviluppo di un progetto in start-up. Infatti, la pianificazione di un progetto di una società in fase di start-up richiede un'attenta valutazione del suo modello di business. È difficile prevedere lo sviluppo di nuove imprese su dati storici e trend di mercato specialmente se queste stanno per commercializzare un nuovo prodotto o servizio e soprattutto se sono gestite da un team giovane e poca esperienza, hanno quindi futuro incerto. E' però proprio dietro questi progetti fortemente innovativi che potrebbe celarsi enormi opportunità. Spesso, molti progetti in Start-Up necessitano di essere supportati con investimenti esterni: I potenziali investitori hanno interesse a valutare il potenziale di scalabilità dell'idea prima di procedere con il finanziamento e quindi la consistenza del Modello di Business. Tuttavia, il modello di business è intrinsecamente complesso sia negli aspetti tecnici, come la valutazione dei costi e dei ricavi dei flussi, e sia negli aspetti relativi alla zona emozionale, come l'impostazione del marchio, relazioni con i clienti e le tendenze future del mercato. La sua valutazione risulta quindi un'attività multidisciplinare e complesse in cui esiste un rischio di incoerenza nelle valutazioni degli esperti. La metodologia Butterfly facilita questo tipo di valutazione gestendo le incoerenze. La valutazione del Business Model, ha come questionario una

batteria di domande costruita sul Business Model Canvas (framework noto):. Il Business Model Canvas è uno strumento strategico che utilizza il linguaggio visuale per creare e sviluppare modelli di business innovativi e consente di rappresentare visivamente il modo in cui un'azienda crea, distribuisce e cattura valore. Esso è un potente framework all'interno del quale sono rappresentati sottoforma di blocchi i nove elementi costitutivi di un'azienda:

- ✓ Customer Segments (CS): i segmenti di clientela ai quali l'azienda si rivolge;
- ✓ Value Proposition (VP): la proposta di valore contenente i prodotti / servizi che l'azienda vuole offrire;
- ✓ Channels (Ch): i canali di distribuzione e contatto con i clienti;
- ✓ Customer Relationships (CR): il tipo di relazioni che si instaurano con i clienti;
- ✓ Revenue Streams (R\$): il flusso di ricavi generato dalla vendita di prodotti/servizi;
- ✓ Key Resources (KR): le risorse chiave necessarie;
- ✓ Key Activities (KA): le attività chiave che servono per rendere funzionante il modello di business aziendale;
- ✓ Key Partners (KP) : i partner chiave con cui l'impresa può stringere alleanze;
- ✓ Cost Structure (C\$): la struttura dei costi che l'azienda dovrà sostenere.

Il progetto valutato, è la carrozzina Pandora della start-up Troncone Engineering³¹, attiva nella progettazione e prototipazione di ausili per disabili e strumentazioni mediche, è stato sottoposto al giudizio degli esperti. In particolare, Pandora è una particolare sedia a rotelle super leggera con la possibilità di avere la seduta tradizionale o la seduta Varier, apportando notevoli vantaggi nella postura della persona seduta in carrozzina. Il progetto è della Troncone Engineering, start-up già operante sul Mercato dei prodotti per disabili.. In questa attività di Beta test l'*User* (in questo caso gli start-upper di Troncone Engineering) hanno utilizzato il questionario già caricato sulla piattaforma, costruito sulla base del Business Model Canvas.

³¹ Sito Web : <http://www.tronconeng.it/> . Il progetto "Pandora" ha rappresentato l'Italia al Festival Internazionale dell'Innovazione "Falling Walls" a Berlino.

PANDORA *Wellness Wheelchair*



Tabella 13 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business: Descrizione dei progetti Valutati

Il progetto è stato poi sottoposto alla valutazione di quattro esperti: un imprenditore afferente a Confindustria Bari, specialista in start-up, due ricercatori dell' Università degli Studi di Salerno nell'area di Innovation Management, ed un professionista con esperienza in pianificazione strategica.

Setting Phase

. Nella tabella di Seguito i parametri di settaggio:

(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
<u>EVALUATION</u> <u>MISSION</u>	<u>FRAMEWORK</u>	<u>EXPERTs</u>	<u>CRITERIO di</u> <u>START</u>	<u>CRITERIO di</u> <u>STOP</u>	<u>VALORI LIMITE</u>
Per ogni progetto proposto, valutare il modello di Business evidenziando le aree di rischio. Migliorare il	Modello CANVAS Con aggiunte xxxxxx	Quattro Expert in anonimato per evitare distorsioni cognitive: Sul sistema sono stati registrati attraverso un Nick Name. 2 Tecnici specialisti + 2 Ricercatori	3 Valutazioni Minime Raggiunte dopo il primo Round. Il secondo round secondo la tabella in Allegato 2.	STOP dopo il primo ciclo di valutazione. Al secondo ciclo di valutazione viene lanciata l'analisi	V _{sc} ⇒ Valore Superiore di Controllo della Certezza= 0,5 V _{sc} t ⇒ Valore Superiore di Controllo della Contraddizione = 0,5 V _{ic} ⇒ Valore Inferiore del Controllo della Certezza.= -0,5 V _{ic} t ⇒ Valore Inferiore del

Modello di Business Proposto		Gli Expert hanno tra gli 8 ed i 20 anni di Esperienza.		di Rischio	Controllo della Contraddizione=-0,5
Identificare il progetto più maturo per un investimento		Non viene calcolato il Trustability ne effettuato ranking dell'Expert.			

Tabella 14 TEST 1 Valutazione e Sviluppo di Modelli di Business: Setting Algoritmo

Non è stata sviluppata una matrice di Trustability perché la piattaforma alla data del test non misura svolgeva la fase di valutazione del valutatore. Per ogni start-up è stato valutato e sviluppato il Modelli di business. Non è stata costruita una Causal Knowledge Map ma si è utilizzato il modello Canvas come framework a cui sono state aggiunte delle domande specifiche³².

Sono stati considerati due eventi:

- ✓ Rischio PRODOTTO, ovvero successo del prodotto sul mercato a cui è legata la domanda , *il prodotto è già sul mercato?*
- ✓ Rischio operativo AZIENDA, successo nell'avviamento del progetto a cui è legata la domanda, *la start-up è già operativa?*

Le aree del Canvas sono state legate ad ognuno di questi eventi secondo la tabella seguente:

AREA CANVAS	START-UP GIA' OPERATIVA	PRODOTTO SUL MERCATO
<u>1.PROPOSTA DI VALORE</u>		✓
<u>2.SEGMENTI CLIENTI</u>		✓
<u>3.RICAVI</u>		✓
<u>4.ATTIVITA' CHIAVE</u>	✓	

³² L'elenco completo delle domande può essere visualizzato negli screenshot.....

<u>5. COSTI</u>	✓	
<u>6.RISORSE PRINCIPALI</u>	✓	
<u>7.CANALI</u>	✓	
<u>8.PARTNER</u>	✓	
<u>9.RELAZIONI CON I CLIENTI</u>	✓	

Tabella 15 TEST 1 Valutazione e Sviluppo di Modelli di Business: Rischi vs Aree CANVAS

Entrambi gli eventi sono direttamente o indirettamente legati alle aree del CANVAS. Tuttavia le informazioni fornite in sede di analisi presenteranno un rischio PRODOTTO maggiore se il prodotto non è ancora sul mercato, dunque relativamente alle informazioni relative alle domande 1, 2, 3, e presenteranno un rischio operativo AZIENDALE maggiore se la start-up non è ancora operativa per le domande 4, 5, 6, 7, 8, 9. Questo perché nel primo caso non avremo dati sulle vendite, mentre nel secondo caso mancheranno dati di Bilancio. Per semplicità utilizzeremo una scala di rischio con soli due valori, **MEDIO** e **ALTO**.

Pandora è un progetto innovativo ma non ancora sul mercato al momento dell'analisi, tuttavia Troncone Engineering è già operativa³³, :

PROGETTO	START-UP GIA' OPERATIVA	PRODOTTO SUL MERCATO
<i>PANDORA</i>	✓	X

Tabella 16 TEST 1 Valutazione e Sviluppo di Modelli di Business: Rischi VS Caratteristiche Prodotto e Start-Up

Ed in conclusione otteniamo la misura del rischio per ogni area del Canvas considerata:

AREA CANVAS	BUTTERFLY	PANDORA
<u>1.PROPOSTA DI VALORE</u>	RISCHIO ALTO	RISCHIO ALTO

³³ L'azienda si occupa di progettazione meccanica e prototipazione. Ha già commercializzato una sedia a rotelle innovativa, Javy.

<u>2.SEGMENTI CLIENTI</u>	RISCHIO ALTO	RISCHIO ALTO
<u>3.RICAVI</u>	RISCHIO ALTO	RISCHIO ALTO
<u>4.ATTIVITA' CHIAVE</u>	RISCHIO ALTO	RISCHIO MEDIO
<u>5. COSTI</u>	RISCHIO ALTO	RISCHIO MEDIO
<u>6.RISORSE PRINCIPALI</u>	RISCHIO ALTO	RISCHIO MEDIO
<u>7.CANALI</u>	RISCHIO ALTO	RISCHIO MEDIO
<u>8.PARTNER</u>	RISCHIO ALTO	RISCHIO MEDIO
<u>9.RELAZIONI CON I CLIENTI</u>	RISCHIO ALTO	RISCHIO MEDIO

Tabella 17 Valutazione e Sviluppo di Modelli di Business: Peso del rischio delle Start-up per ogni area del Canvas

Registrazione progetto e Modello di Business

Definiti i parametri, partiamo con il descrivere il processo di valutazione: L'User, dopo aver eseguito la registrazione sulla piattaforma, inserisce il progetto con una descrizione sintetica e risponde al questionario sul modello di Business per descrivere la strategia di lancio del prodotto. Di seguito si riporta il questionario compilato dallo startupper di Pandora:



[Uscire](#)

[Modifica
Registrazione](#)

[Miei Progetti](#)

Informazioni sul progetto

PANDORA

marta zinno

Ultra light wheelchair, which in addition to the characteristics of portability and handling, allowing to remain in equilibrium, restoring sensation of equilibrium giving sensation and user experience different from a common wheelchair. The wheelchair also helps correct posture of the back, improving breathing and circulation: putting the user in a posture, similar to an upright posture. Watch youtube video: <https://www.youtube.com/watch?v=EdOIQeAxN9c>

- ✗ Questo progetto non è il risultato di un nostro workshop.
- ✗ L'autore non ha avuto quest'idea con un gruppo di persone.
- 📄 Biomedicina/Medicina

[capa.png](#)

Tabella 18 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business-Screenshot Registrazione progetto Pandora sulla Piattaforma

Dopo l'inserimento delle informazioni generali, l'User procede con la compilazione del questionario fornendo tutte le informazioni richieste dal CANVAS.



The screenshot displays the Butterfly Project website interface. On the left, there is a sidebar with the Butterfly Project logo and navigation links: Ritorno, Status del Progetto, Aggiungi Allegato, and a highlighted button for Modelo de Negócios. The top navigation bar includes links for Home, Che cos'è, Registra il tuo progetto, Chi siamo, and Contatti, along with flags for Brazil, the USA, and Italy. The main content area contains three numbered questions. Question 1 asks for potential clients, with the answer 'Paraplegics people' entered in a text box. Question 2 asks for the value offered, with a detailed description of Pandora's wheelchair in a text box. Question 3 asks for future communication and distribution channels, with the answer 'Communication Channels: Website and social network. Distribution and Sales Channels: Work in collaboration with Orthopedic Centers in the biggest european cities' entered in a text box. Each text box has a 'Sfoglia...' button next to it.

Butterfly Project

[Home](#) [Che cos'è](#) [Registra il tuo progetto](#) [Chi siamo](#) [Contatti](#)

[Ritorno](#)
[Status del Progetto](#)
[Aggiungi Allegato](#)
[Modelo de Negócios](#)

1. Hai idea di quali saranno i tuoi clienti? Cioè chi (età, reddito, professione, ecc...) potrebbe essere interessato a comprare il vostro prodotto o servizio?

Paraplegics people

Sfoglia...

2. Qual'è il valore offerto per soddisfare le esigenze dei clienti? Può descriverci cioè, se il tuo prodotto / servizio risolve un problema o soddisfa un bisogno dei tuoi futuri clienti. Vogliamo capire qual è il valore aggiunto della tua proposta.

Pandora has all the functionalities of a high quality lightweight wheelchair. In addition the product give the possibility to sit with Verter sit-position: this give better and healthy

Sfoglia...

3. Quali potrebbero essere i canali di comunicazione, distribuzione e vendita in futuro per il tuo prodotto/servizio ?

Communication Channels: Website and social network. Distribution and Sales Channels: Work in collaboration with Orthopedic Centers in the biggest european cities

Figura 40 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 1 Descrizione Business Model Pandora

4. Come vuoi stabilire e mantenere le relazioni con i tuoi futuri clienti?

Through interaction with social network and let people test the product thanks to partnership with sport and social disable associations



Sfoglia...

5. Quanto potrà essere il flusso dei ricavi nel primo anno di attività?

1.017.450 Euro

Sfoglia...

6. Quali sono le risorse principali di cui hai bisogno?

Financial investment to cover the costs of Production Start-Up, Communication and Promotion. It will be useful have space for pructivity activities at convinient condition.



Sfoglia...

7. Quali sono le attività e i processi principali di cui tu hai bisogno per sviluppare il tuo progetto di business?

Production, Marketing and Promotion, R&D.

Sfoglia...

Figura 41 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 2 Descrizione Business Model Pandora

8. Quali saranno, secondo te, le partnership importanti che dovrai stabilire? Ad esempio, se hai bisogno di utilizzare un laboratorio, probabilmente hai bisogno di una partnership con un'Università.

Universities or Incubator to have offices or shelter at cheap condition. Orthopedic Center, Association and Sport Clubs of disable persons.

Sfoglia...

9. Quali sono i tuoi costi ? Tenta di descrivere brevemente i costi fissi ed i costi variabili.

185.500 : Includes cost of human resources, Rent and maintain a shelter, maintain the international patent, communication and promotion

Sfoglia...

Attenzione In questa fase inserirai i costi e le quantità stimate della tua futura produzione. ✕

10. Fai una stima e descrivi i tuoi costi fissi nel primo anno.

|185.500 : Includes cost of human resources, Rent and maintain a shelter, maintain the international patent, communication and promotion

Sfoglia...

Figura 42 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 3 Descrizione Business Model Pandora

Costi Fissi

1° Mese

€ 61833

2° Mese

€ 61833

3° Mese

€ 61833

11. Fai una stima e descrivi i costi variabili nel primo anno.

Variable cost will be 298000. The values in the below table will be referred to the Quarter and not to the Month (for example 1st Month will be the first Quarter, from January to April).

Sfoggia...

Costi Variabili

1° Mese

€ 99333

2° Mese

€ 99333

3° Mese

€ 99333

12. Fai una stima del numero di pezzi che tu credi dover produrre. Se tu vuoi offrire un servizio, prova a dare un possibile indicatore (ad esempio, numero di persone che beneficiano del tuo servizio in un certo intervallo di tempo). Rispondi tenendo delle risposte date nelle domande precedenti.

360

Figura 43 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 4 Descrizione Business Model Pandora

16. Quali sono le risorse di cui hai bisogno per sviluppare il tuo prodotto o servizio=

Shelter, Network, Financial investments

Sfoggia...

17. Esistono condizioni speciali di utilizzo per poter far funzionare il tuo prototipo? Se sì, descrivile.

The wheelchair is suitable only for paraplegics, not for tetraplegics

Sfoggia...

Continuare

Figura 44 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 5 Descrizione Business Model Pandora

Evaluation Phase

Il progetto con il modello di business è stato sottoposto al primo pool di Expert. Nel primo round, è stato valutato da un pool di Expert, lasciando il quarto Expert disponibile solo per quelle valutazioni su cui non sarà raggiunto il consenso, ovvero uno status logico soddisfacente secondo i criteri settati nella tabella dell'Allegato 2. Gli Expert hanno valutato ciascuna parte del Business Model come VERA o FALSA, associando un grado di confidenza espresso attraverso un valore numerico compreso tra 0 (Grado di Confidenza Minimo) e 1 (Grado di Confidenza Massimo). A giustificazione del grado di confidenza e nell'ottica di favorire l'improvement della strategia e l'elicitazione della conoscenza, gli esperti lasciano, qualora necessario, aggiungono un commento di Feedback.

Si riporta lo screenshot di una valutazione solo come esempio e si rimanda all'Allegato n.4 per la visualizzazione delle valutazioni svolte da ogni *Expert* per ogni parte del Business model³⁴.

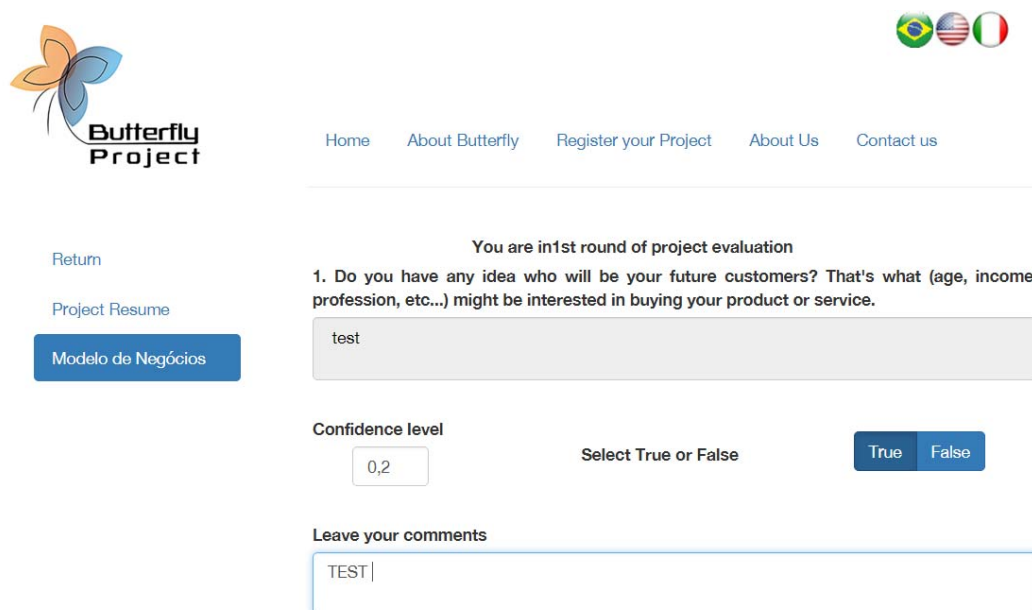


Figura 45 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 6 Esempio di Valutazione Svolta dall'Expert per la valutazione del Business Model di Pandora

Dopo aver raccolto le 3 valutazioni (vincolo del criterio di Start) da parte degli esperti, è possibile effettuare il run dell'algoritmo. In base alla valutazione, si ottiene uno stato logico per ogni

³⁴ Nella tabella allegata sono presenti alcune domande che non sono state utilizzate nell'analisi di rischio giacché erano solo approfondimenti del business Model.

domanda espressione del consenso tra gli *Expert*: successivamente, a seconda della natura dello stato logico individuato dall' algoritmo, vengono proposte delle azioni di feedback all' utente al fine di migliorare la strategia, oppure l'algoritmo aumenterà; il numero degli *Expert* per la valutazione successiva. Di seguito sono riportate le schermate relative ad alcune domande e il report generato dalla piattaforma Butterfly alla fine del primo round. L'*User* visualizza le risposte in maniera sintetica, con il colore verde se l'*Expert* era d'accordo con la risposta, rosso se non era d'accordo e con le stelle per indicare in maniera sintetica ed intuitiva il grado di confidenza. Lo status logico viene mostrato a destra.

The screenshot shows the 'Modelo de Negócios' interface with two rounds. The first round contains five questions. Questions 1, 2, and 4 have green checkmarks indicating agreement. Question 3 has a star icon and a callout box stating 'Almost true tending to Inconsistent'. Question 5 is partially visible. A callout box for question 4 shows an evaluation of 'True' with a 4-star rating and a comment: 'Sales Channels should be duly identified. Thick networks shall be built, even through rent services in Hospital, nursing center and Chemist's shop.'

Question	Expert Responses	Status	Comments
1 - Do you have an idea of what will be the customer segments? That's what (age, income, profession, etc...) might be interested in buying your product or service? Paraplegics people	expert2, expert6, expert8	Green Checkmark	
2 - Do you have an idea of what will be the value offered to meet customer needs? Can you describe that is, if your product / service solves a problem or satisfy a need or future clients. We want to understand what is the added value of your proposal. 2. Pandora has all the functionalities of a high quality lightweight wheelchair. In addition the product give the possibility to sit with Verter sit-position: this give better and healthy posture, reducing back paing and improving breathing and gives different user-experience and sensation allow the person feel the equilibrium and let the person "play" with the wheelchair.	expert2, expert6, expert8	Green Checkmark	
3 - Any idea what might be the future communication, distribution and sales channels? Communication Channels: Website and social network. Distribution and Sales Channels: Work in collaboration with Orthopedic Centers in the biggest european cities	expert2, expert6, expert8	Star icon	Almost true tending to Inconsistent
4 - Do you have relationships with customers? Through intera with sport and the product thanks to partnership	expert2	Green Checkmark	Evaluation: True Rating: ★★★★★ Comments: Sales Channels should be duly identified. Thick networks shall be built, even through rent services in Hospital, nursing center and Chemist's shop.
5 - Do you have operation? 1.017.450 Euro			

Figura 46 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 7 Visualizzazione dei risultati dell'Algoritmo dopo il primo Round di Valutazione di Pandora

Nell' Allegato 4 è possibile visualizzare tutte le valutazioni ed i commenti svolti dagli Expert dopo il primo round.

Nella tabella seguente si riporta il risultato della Valutazione di tutte le risposte con la relative Azioni correttive dell'Algoritmo.

Question	Logic status	Corrective Action
1	True	No changes
2	True	No changes
3	Almost TRUE tends to Inconsistent	Check if the answer or the assumption can generate conflict.
4	True	No changes
5	Almost TRUE tends to Inconsistent	Check if the answer or the assumption can generate conflict.
6	Inconsistent tending to TRUE	Check if the answer or the assumption can generate conflict
7	True	No changes
8	True	No changes
9	Almost TRUE tends to Inconsistent	Check if the answer or the assumption can generate conflict.
10	Inconsistent tending to FALSE	Check if the answer or the assumption can generate conflict
11	Inconsistent tending to FALSE	Check if the answer or the assumption can generate conflict
12	Inconsistent tending to FALSE	Check if the answer or the assumption can

		generate conflict
13	Almost False tending to INCONSISTENT	Check if the answer or the assumption can generate conflict
14	Almost TRUE tends to Inconsistent	Check if the answer or the assumption can generate conflict.
15	True	No changes
16	Almost TRUE tends to Inconsistent	Check if the answer or the assumption can generate conflict.
17	Inconsistent tending to TRUE	Check if the answer or the assumption can generate conflict.

Tabella 19 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Tabella completa dei risultati ed azioni correttive dell'Algoritmo dopo il primo Round di Valutazione di Pandora

Dalla seconda tabella è emerso che l'utente, seguendo le indicazioni dell'algoritmo, deve modificare le risposte alle domande 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16 e 17. Il prossimo passo nel prosieguo della ricerca sarà, dopo la modifica delle risposte, di far rivalutare tali domande agli esperti per poi rilanciare l'algoritmo.

Last Evaluation Cycle

Dopo la modifica delle risposte da parte dell'*User*, il modello di Business è sottoposto di nuovo a valutazione degli Expert. In questo caso però la valutazione sarà svolta da quattro Expert. Nell'esempio la valutazione del quarto Expert è stata fatta su tutte le risposte, anche su quelle ritenute accettabili dopo il primo round. Questo perché nel test svolto il quarto Expert si è reso disponibile per valutare tutte le risposte. Questa è però una circostanza particolare, giacché sarebbero state sufficienti le valutazioni solo delle domande che richiedevano una valutazione addizionale, ottenendo così un saving sul tempo di valutazione richiesto.

Business Model	
1 ^a Round	2 ^a Round
<p>1 - Do you have an idea of what will be the customer segments? That's what (age, income, profession, etc...) might be interested in buying your product or service? Paraplegics people</p> <p>expert1 expert2 expert5 expert6</p> <p>Minimum Risk</p>	<p>2 - Do you have an idea of what will be the value offered to meet customer needs? Can you describe that is, if your product / service solves a problem or satisfy a need or future clients. We want to understand what is the added value of your proposal.</p> <p>2. Pandora has all the functionalities of a high quality lightweight wheelchair. In addition the product give the possibility to sit with Verter sit-position: this give better and healthy posture, reducing back paing and improving breathing and gives different user-experience and sensation allow the person feel the equilibrium and let the person "play" with the wheelchair. "Exhibition in specialized Hospital". "Rent services in Hospita,nursing center,Pharmacies".</p> <p>expert1 expert2 expert5 expert6</p> <p>Minimum Risk</p>
<p>3 - Any idea what might be the future communication, distribution and sales channels? Communication Channels:Website and social network. Distribution and Sales Channels: Work in collaboration with Orthopedic Centers in the biggest european cities</p> <p>expert1 expert2 expert5 expert6</p> <p>Low Risk</p> <p>Risk of Contradiction between Experts</p>	<p>4 - Do you have an idea of how to establish and maintain relationships with customers? Through interaction with social network and let people test the product thanks to partnership with sport and social disable associations.</p> <p>expert1 expert2 expert5 expert6</p> <p>Minimum Risk</p>
<p>5 - Do you have an idea of what may be the revenue stream in the first year of operation? 1.017.450 Euro."This values come studing the Total Adressable Market in Italy (TAM)calculated based on n. of people with disabilities that can use this device).</p> <p>expert1 expert2 expert5 expert6</p> <p>Low Risk</p> <p>Risk of Contradiction between Experts</p>	

Figura 47 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 7 Visualizzazione dei risultati dell'Algoritmo dopo il Secondo Round di Valutazione di Pandora

6 - Do you have an idea of what are the main resources you need?
Financial investment to cover the costs of Production Start-Up, Communication and Promotion. It will be useful have space for pructivity activities at comvinient condition. Networking with potential strategic partners."R&D is already included inside the costs due to the fact that our them will continouse work on the project".

expert1

expert2

expert5

expert8

Low Risk

Risk of Contradiction between Experts

7 - Any idea what could be the most important activities you need?
Production, Marketing and Promotion, R&D."We also have done a market investigation for subcontractor".

expert1

expert2

expert5

expert8

Minimum Risk

8 - Any idea what could be the important partnerships that will need to establish? For example, if you need to use a laboratory, you might need a partnership with a university.
Universities or Incubator to have offices or shelter at cheap condition. Orthopedic Center, Association and Sport Clubs of disable persons."Phisiotherapy centers and Universities".

expert1

expert2

expert5

expert8

Minimum Risk

9 - Do you have an idea of what are the costs? Try to briefly describe the fixed and variable costs in hypothesis section.
185.500 : Includes cost of human resources, Rent and maintain a shelter, maintain the international patent, communication and promotion. "Sorry we were wrong. The total costs are 185.500 +298.000".

Fixed costs - 1st month: € 81833
Fixed costs - 2nd month: € 61833
Fixed costs - 3rd month: € 41833

expert1

expert2

expert5

expert8

Low Risk

Risk of Contradiction between Experts

10 - Estimate and describe your fixed costs in the first year (Table 1).
10. 185.500. The values in the below table will be refered to the Quarter and not to the Month (for example 1st Month will be the first Quarter, from January to April). "We modified quarter distribution"

Variable costs - 1st month: € 49333
Variable costs - 2nd month: € 119333
Variable costs - 3rd month: € 129333

expert1

expert2

expert5

expert8

Low Risk

Risk of Contradiction between Experts

Figura 48 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 8 Visualizzazione dei risultati dell'Algoritmo dopo il Secondo Round di Valutazione di Pandora






<p>11 - Estimate and describe the variable costs in the first year (Table 2). Variable cost will be 298000. "We modified quarter distribution"</p> <p>Produced Quantity - 1st month: 80 Produced Quantity - 2nd month: 100 Produced Quantity - 3rd month: 180</p> <p> <input checked="" type="radio"/> expert1 <input checked="" type="radio"/> expert2 <input checked="" type="radio"/> expert5 <input checked="" type="radio"/> expert8 </p>	<p></p> <p>Low Risk</p> <p>Risk of Contradiction between Experts</p>
<p>12 - Estimate the number of parts that you think you can produce. If you want to offer a service describe a possible indicator (eg number of people who benefit from their service). Describe how you sell referring to the answers you gave in the previous questions and fill in the table 3. 380</p> <p>Sold Quantity - 1st month: 50 Sold Quantity - 2nd month: 150 Sold Quantity - 3rd month: 207</p> <p> <input checked="" type="radio"/> expert1 <input checked="" type="radio"/> expert2 <input checked="" type="radio"/> expert5 <input checked="" type="radio"/> expert8 </p>	<p></p> <p>Low Risk</p> <p>Risk of Contradiction between Experts</p>
<p>13 - Estimate the number of parts that you think you can sell, if you want to offer a service, describe a possible indicator (eg number of people who benefit from their service). Describe how you sell referring to the answers you gave in the previous questions and fill in Table 4. 357. "Quantity sold is less than produced because we keep 3 chairs for expositions and showrooms".</p> <p> <input checked="" type="radio"/> expert1 <input checked="" type="radio"/> expert2 <input checked="" type="radio"/> expert5 <input checked="" type="radio"/> expert8 </p>	<p></p> <p>Low Risk</p> <p>Risk of Contradiction between Experts</p>
<p>14 - How much, do you think it should cost your product or service? Please take into consideration the price of a similar / competing product. 4000. "price come from market investigation".</p> <p> <input checked="" type="radio"/> expert1 <input checked="" type="radio"/> expert2 <input checked="" type="radio"/> expert5 <input checked="" type="radio"/> expert8 </p>	<p></p> <p>Low Risk</p> <p>Risk of Contradiction between Experts</p>
<p>15 - You have developed a working prototype? If yes, please attach the file associated with the prototype. Yes, watch the video : https://www.youtube.com/watch?v=EdOIQeAxN9c</p> <p> <input checked="" type="radio"/> expert1 <input checked="" type="radio"/> expert2 <input checked="" type="radio"/> expert5 <input checked="" type="radio"/> expert8 </p>	<p></p> <p>Minimum Risk</p>

Figura 49 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 9 Visualizzazione dei risultati dell'Algoritmo dopo il Secondo Round di Valutazione di Pandora

16 - What resources do you need to develop your product or service?
Shelter, Network, Financial investments. "Human resources. The cost of HR was included in the cost estimation. We only forgot to mention here".

expert1 expert2 expert6 expert8

Low Risk

Risk of Contradiction between Experts

17 - There are special conditions for the use of its prototype functions? If so, describe.
The wheelchair is suitable only for paraplegics, not for tetraplegics. "We recently implement a safe wheel in order to avoid the risk of falling".

expert1 expert2 expert6 expert8

Low Risk

Risk of Contradiction between Experts

Algorithm Annamaria

Print Report

Figura 50 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 10 Visualizzazione dei risultati dell'Algoritmo dopo il Secondo Round di Valutazione di Pandora

Da figura 56 a figura 59 sono mostrati i risultati finali dell'algoritmo con l'analisi di rischio. Si nota che per alcune risposte esiste un basso rischio di contraddizione tra gli esperti perché, anche dopo la seconda valutazione e con l'aggiunta di un nuovo esperto, per alcune risposte hanno continuato a fornire un grado di confidenza non molto alto.

Analisi dei Risultati Progetto Pandora nel Diagramma di Hasse

Nella figura seguente, l'analisi finale dei risultati della Valutazione nel Diagramma di Hasse:

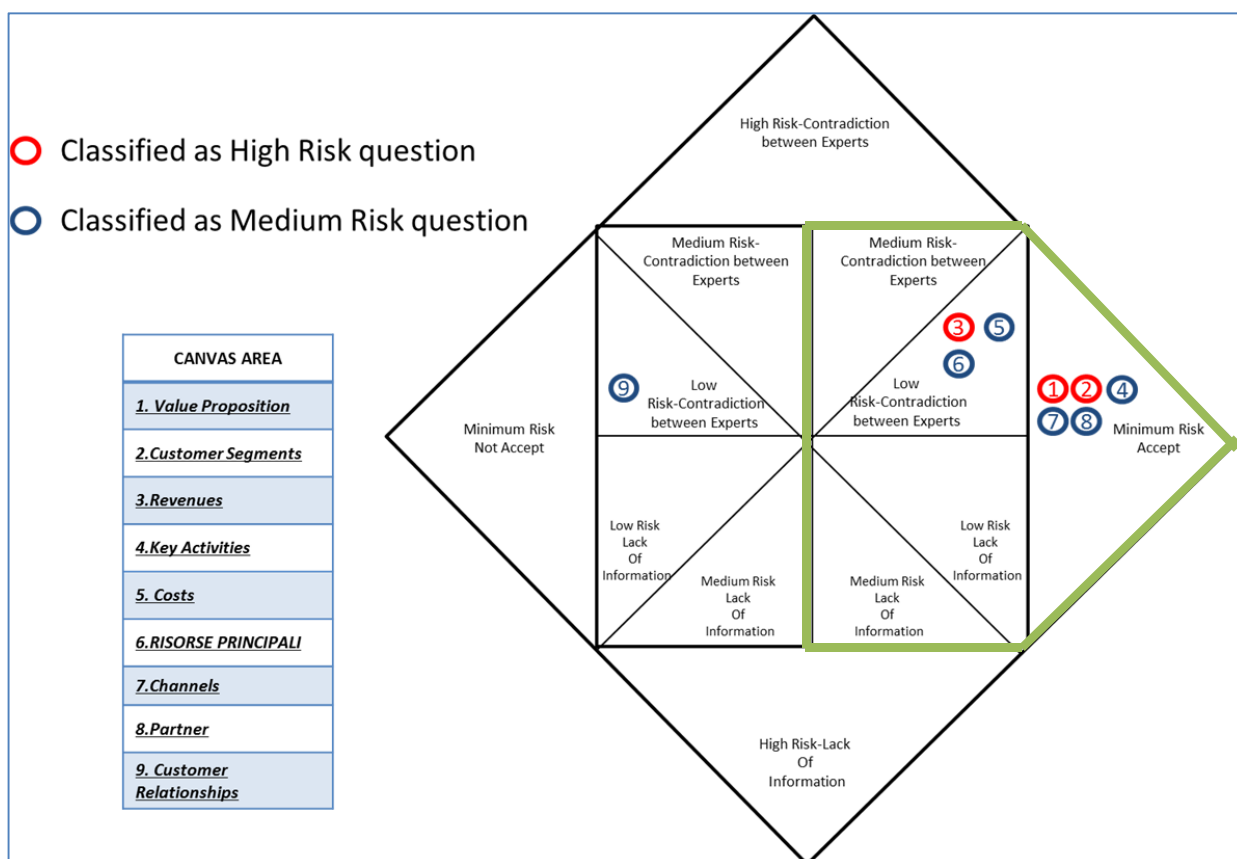


Figura 51 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Risk Analysis del progetto Pandora nel diagramma di Hasse

E' stata delimitato in vede il perimetro dell'Area di Accettabilità, ed è possibile osservare:

- solo una domanda è finita nell'area di non accettabilità ed è relativa alle relazioni con i clienti proposte dall'User. Tale risultato deve essere valutato in dettaglio perché' per quanto in fase preliminare tale risposta non è stata considerata ad alto rischio stante il fatto che la società produce già dei prodotti ed ha già delle relazioni con clienti, essendo il progetto Pandora un prodotto nuovo ed innovativo, la strategia proposta dovrà essere rivisitata da

specialisti di marketing prima del lancio, essendo quella proposta non soddisfacente a valle dell'analisi.

- b) Altro punto da rivedere sono le stime, sui ricavi, indicate con il numero 3 nel diagramma, che ricadono in area di accettabilità , ma con un Basso rischio di Contraddizione tra gli Esperti Essendo tale aspetto ad ALTO rischio, andrà rianalizzato in dettaglio.

Alla luce dei risultati e dell'analisi svolta a valle dell'analisi paraconsistente, visti i punti a) e b) è sensato investire in un approfondimento tecnico con degli specialisti di Marketing per il lancio del prodotto Pandora. Sia per rivisitare la strategia di relazione con i clienti che per rivedere le stime sul mercato ed i ricavi.

Risultati dell'Analisi

L'analisi ha permesso il finetuning della strategia di lancio del prodotto *Pandora*, evidenziando le aree a maggior rischio che richiedono un approfondimento. Questo aiuterà gli imprenditori a meglio indirizzare le proprie risorse, prima di sottoporre la loro proposta progettuale a potenziali investitori. Infatti l'analisi ha fornito un quadro chiaro di tutte le aree di valutazione del Canvas con la consistenza delle Ipotesi.

4.5.4 Test 2 : Valutazione della strategia di Diagnosi ed Intervento di un caso clinico in ambito Medico

Descrizione del Test

Per effettuare questo test cui è stato svolto un brainstorming preliminare tra quattro specialisti dell' *Azienda Ospedaliera G. Rummo* di Benevento, coordinati dal Dott. Domenico De Maria a partire da un caso clinico reale.

Setting Phase

Nella Tabella seguente sono riportati i parametri di settaggio dell'Algoritmo:

(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
<u>EVALUATION</u> <u>MISSION</u>	<u>FRAMEWORK</u>	<u>EXPERTs</u>	<u>CRITERIO di</u> <u>START</u>	<u>CRITERIO di</u> <u>STOP</u>	<u>VALORI LIMITE</u>
Per ogni progetto proposto, valutare il modello di Business evidenziando le aree di rischio.	Modello CANVAS Con aggiunte xxxxxx	Quattro Expert in anonimato per evitare distorsioni cognitive: Sul sistema sono stati registrati attraverso un Nick Name.	3 Valutazioni Minime Raggiunte dopo il primo Round. Il secondo round secondo la tabella in Allegato 2.	STOP dopo il primo ciclo di valutazione.	Vscc \Rightarrow Valore Superiore di Controllo della Certezza= 0,5 Vscct \Rightarrow Valore Superiore di Controllo della Contraddizione = 0,5
Migliorare il Modello di Business Proposto		3 Medici Specialisti + altri specialisti se richiesti dopo il primo round Gli Expert hanno tra i 15 ed i 20 anni di Esperienza.		Al secondo ciclo di valutazione viene lanciata l'analisi di Rischio	Vicc \Rightarrow Valore Inferiore del Controllo della Certezza.= -0,5 Vicct \Rightarrow Valore Inferiore del Controllo della Contraddizione= -0,5
Identificare il progetto più maturo per un investimento		Non viene calcolato il Trustability ne effettuato ranking dell'Expert.			

Non è stata sviluppata una matrice di Trustability perché la piattaforma alla data del test non misura svolgeva la fase di valutazione del valutatore. Per la generazione delle domande, gli Expert hanno svolto un Brainstorming generando le domande per il questionario.

Il questionario ottenuto a valle del Brainstorming formulato è sotto riportato:

- 1) Per un approfondimento diagnostico è possibile eseguire un tampone faringotonsillare (test rapido) ed il dosaggio della PCR. Voi cosa fareste?
- 2) SE PCR aumentata, test rapido negativo. Non sarà prescritta alcuna terapia antibiotica, ma basandosi sull'anamnesi e sulla clinica somministro prednisone 1 mg/Kg in un'unica dose. Siete d'accordo ? Concordi? Se non concordi come agiresti?
- 3) La rapida scomparsa dei sintomi fa pensare ad una PFAPA (Periodic Fever Aphthous Pharyngitis Adenitis). Concordi? Se non sei d'accordo, perché? hai una spiegazione differente?
- 4) Nella PFAPA i tamponi faringei sono per lo più negativi, la terapia antibiotica non modifica la storia naturale mentre gli steroidi risolvono l'episodio febbrile. Di conseguenza è ipotizzabile che l'origine della malattia è infiammatoria e non infettiva. Concordi? Se non sei d'accordo, perché ? hai una spiegazione differente?
- 5) La faringotonsillite recidivante, con linfadenopatie, con aftosi (nel 60 – 70% dei casi), nausea, vomito e scomparsa dei sintomi con cortisonico sono sufficienti come criterio diagnostico. Concordi? Se non sei d'accordo, perché ? hai una spiegazione differente?
- 6) La tonsillectomia è efficace nel far cessare gli episodi o nel ridurre la frequenza delle ricorrenze nella stragrande maggioranza dei casi (80-90%). Concordi? Se non sei d'accordo, perché ? Suggestisci un'azione differente

- 7) Dato che la PFAPA ha buona prognosi (spesso si risolve entro i 10-12 anni), la tonsillectomia è potrebbe non essere necessaria, purchè ci sia la disponibilità ad accettare una malattia ricorrente con peggioramento della qualità di vita del bambino. Concordi? Se non sei d'accordo, perché ? Suggestisci un'azione differente.

Uno degli Medici ha proposto una prima strategia (comportandosi di fatto come *Requestor* del processo di Valutazione), rispondendo alle 7 domande, che ha poi sottoposto ai colleghi per una valutazione secondo il Metodo Butterfly. Successivamente, altri tre medici specialisti hanno contribuito alla fase di valutazione.

Registrazione del Caso Clinico sulla Piattaforma

Dopo la registrazione sulla piattaforma il caso è stato registrato dal Medico-User (Il Requestor del processo di valutazione).

,

Clinic Case Information

Febbre ricorrente

Bambina di 4 anni, febbri ricorrenti >38°C, più o meno circa ogni 4 settimane. E.O. all'atto dell'episodio febbrile: odinofagia, aumento del volume tonsillare con presenza di essudato, linfadenopatie laterocervicali, dolori articolari, nausea e vomito. In occasione dell'ennesimo evento febbrile con faringotonsillite la paziente giunge all'osservazione del PdF.

Figura 52 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico: Registrazione del Caso Clinico sulla Piattaforma

Evaluation Phase

Dopo aver risposto alle domande Di seguito, sono riportati i giudizi degli esperti per ogni domanda e i relativi commenti.

Question	Expert	Evaluation	Degree of confidence	Comments
1	expert4	Vero	0,9	La storia clinica fa supporre una mucosite recidivante delle prima vie aeree
1	expert5	Vero	1	Farei un tampone faringeo solo la prima volta
1	expert7	Vero	1	
2	expert4	Falso	0,5	Non vedo la necessità di una terapia cortisonica
2	expert5	Vero	1	Concordo
2	expert7	Vero	1	
3	expert4	Vero	0,9	Nel caso clinico non veniva riferita afte orali o faringite aftosa per cui credo ancora ad una mucosite recidivante delle prima vie aeree
3	expert5	Vero	1	Concordo
3	expert7	Vero	1	
4	expert4	Vero	0,9	
4	expert5	Vero	1	Non ho una spiegazione differente
4	expert7	Vero	1	

5	expert4	Vero	0,8	
5	expert5	Vero	1	Concord
5	expert7	Vero	1	
6	expert4	Vero	0,9	
6	expert5	Falso	1	Credo che la tonsillectomia risolva il problema ,ma non si possono buttare via i panni sporchi e anche il bambino.
6	expert7	Vero	1	
7	expert4	Vero	0,9	
7	expert5	Falso	1	Non vi sono le prove di un peggioramento ,e quale?
7	expert7	Vero	1	

Tabella 20 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico: Primo Round di Valutazione della Strategia Medica da parte degli Expert.

È stato poi lanciato l' algoritmo che ha in output lo stato logico di ogni risposta come si evince dalla seguente tabella:

Question	Logic status	Strategy
1	True	No changes
2	Almost TRUE tends to Inconsistent	Check if the answer or the assumption can generate conflict.
3	True	No changes
4	True	No changes
5	True	No changes
6	Inconsistent	Check if the answer or the assumption can generate conflict
7	True	No changes

Tabella 21 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico- Tabella completa dei risultati ed azioni correttive dell'Algoritmo dopo il primo Round di Valutazione

Strategy Finetuning

Dalla tabella 21 emerge, quindi, una contraddizione tra gli esperti relativamente alla seconda e alla sesta domanda. L'algoritmo non chiede di aggiungere altri Expert. In particolare, nella seconda l'*expert4* ha valutato falso con un grado di confidenza 0,5 e lo stato logico calcolato dall'algoritmo è *quasi vero tendente all' Inconsistente*. Invece, nella sesta l' *expert5* ha valutato falso con un grado di confidenza 1 e lo status logico è risultato *Inconsistente*. L'algoritmo, quindi, suggerisce all' utente di cambiare le risposte che hanno generato contraddizione. Le risposte modificate sono le

seguenti³⁵:

2 - SE PCR aumentata, test rapido negativo. Non sarà prescritta alcuna terapia antibiotica, ma basandosi sull'anamnesi e sulla clinica somministro prednisone 1 mg/Kg in un'unica dose. Siete d'accordo ? Concordi? Se non concordi come agiresti? Sono d'accordo. Somministrerei una dose di corticosteroide secondo lo schema di 1 mg/kg.

Change

2 - SE PCR aumentata, test rapido negativo. Non sarà prescritta alcuna terapia antibiotica, ma basandosi sull'anamnesi e sulla clinica somministro prednisone 1 mg/Kg in un'unica dose. Siete d'accordo ? Concordi? Se non concordi come agiresti? Vista la storia clinica di febbri ricorrenti con cadenza mensile penso ad una PFAPA. La PCR non è specifica per infezione batterica e l'affosi è presente solo nel 60% dei casi. Quindi confermo la terapia con prednisone 1 mg/kg in un'unica dose.

Figura 53 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico- Dettaglio del cambio della Risposta n.2 da parte dell'User a valle del primo round di valutazione

Anche la risposta n.6 e' stata modificata dopo il primo round di valutazione:

6 - La tonsillectomia è efficace nel far cessare gli episodi o nel ridurre la frequenza delle ricorrenze nella stragrande maggioranza dei casi (80-90%). Concordi? Se non sei d'accordo, perché ? Suggestisci un'azione differente
Sono d'accordo, nel caso di recidive è indicata la tonsillectomia dopo i 6 anni.

Change

6 - La tonsillectomia è efficace nel far cessare gli episodi o nel ridurre la frequenza delle ricorrenze nella stragrande maggioranza dei casi (80-90%). Concordi? Se non sei d'accordo, perché ? Suggestisci un'azione differente
Sono d'accordo, se le recidive inficiano la qualità di vita e costringono all'utilizzo ripetuto di farmaci, la tonsillectomia è una scelta indicata.

Figura 54 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico- Dettaglio del cambio della Risposta n.6 da parte dell'User a valle del primo round di valutazione

Gli esperti hanno rivalutato dopo la modifica delle risposte da parte dell' user. Gli experts 4 e 5 sono stati mantenuti in questa valutazione avendo generato una contraddizione con i loro giudizi. L' expert7 che, invece, aveva dato un giudizio Vero con un grado di confidenza 1 ad entrambe le risposte è stato sostituito con l' expert6. Per motivi tecnici ed organizzativi non si è tenuto conto di quanto detto nella tabella relativa al cambiamento del numero di valutatori per il secondo round: tale aspetto verrà considerato nei test pianificati in un futuro di breve periodo , che verranno condotti con il supporto di Aziende Ospedaliere che si sono già rese disponibili. I giudizi degli esperti, i relativi gradi di confidenza e i commenti rilasciati relativamente alle domande 2 e 6 prima di rilanciare l' algoritmo sono sotto riportati:

³⁵ In questo caso studi, giacche' vi era un minor numero di domande, si è voluto mostrare il dettaglio del cambio delle risposte per dare al lettore maggiore sensibilità sul concetto di finetuning della strategia.

Question	Expert	Evaluation	Degree of confidence	Comments
2	expert4	Falso	0,7	Non vedo la necessità di una terapia cortisonica, le afte per me sono necessarie per una diagnosi di PFAPA.
2	expert5	Vero	1	Concordo
2	expert6	Vero	1	
6	expert4	Vero	1	
6	expert5	Vero	1	Concordo
6	expert6	Vero	1	

Tabella 22 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico: Secondo Round di Valutazione della Strategia Medica da parte degli Expert

Last Evaluation Cycle

Successivamente, lasciando tutte le altre risposte inalterate (perché non creavano né contraddizione né inconsistenza), per arrivare ad un miglioramento dello stato logico delle risposte 2 e 6 è stato rilanciato l' algoritmo. In questo caso però, ad ogni status logico il feedback dell'Algoritmo è ACCETTARE o RIFIUTARE la risposta. Oltre al feedback, Accettare o Rifiutare, l' output di questa fase è una Risk Analysis, che associa ad ogni stato logico un rischio correlato con l'azione (accetta o rifiuta) a seconda della sua natura. Il grado di rischio può essere Low, Medium e High come mostrato nella tabella seguente che rappresenta il report finale :

Question	Logic status	Proposed Action after the 2 nd Round	Risk Grading Action after the 2 nd Round	TYPE OF RISK linked to Action
1	TRUE	ACCEPT THE ANSWER	MINIMUM RISK	NULL
2	Almost TRUE tends to Inconsistent	ACCEPT THE ANSWER	LOW RISK	CONTRADICTION BETWEEN EXPERTS
3	TRUE	ACCEPT THE ANSWER	MINIMUM RISK	NULL
4	TRUE	ACCEPT THE ANSWER	MINIMUM RISK	NULL
5	TRUE	ACCEPT THE ANSWER	MINIMUM RISK	NULL
6	TRUE	ACCEPT THE ANSWER	MINIMUM RISK	NULL
7	TRUE	ACCEPT THE ANSWER	MINIMUM RISK	NULL

Fig.69-Caso medico- Report finale dopo il secondo round

Analisi dei Risultati

Nella Figura seguente si riporta l'analisi nel Diagramma di Hasse

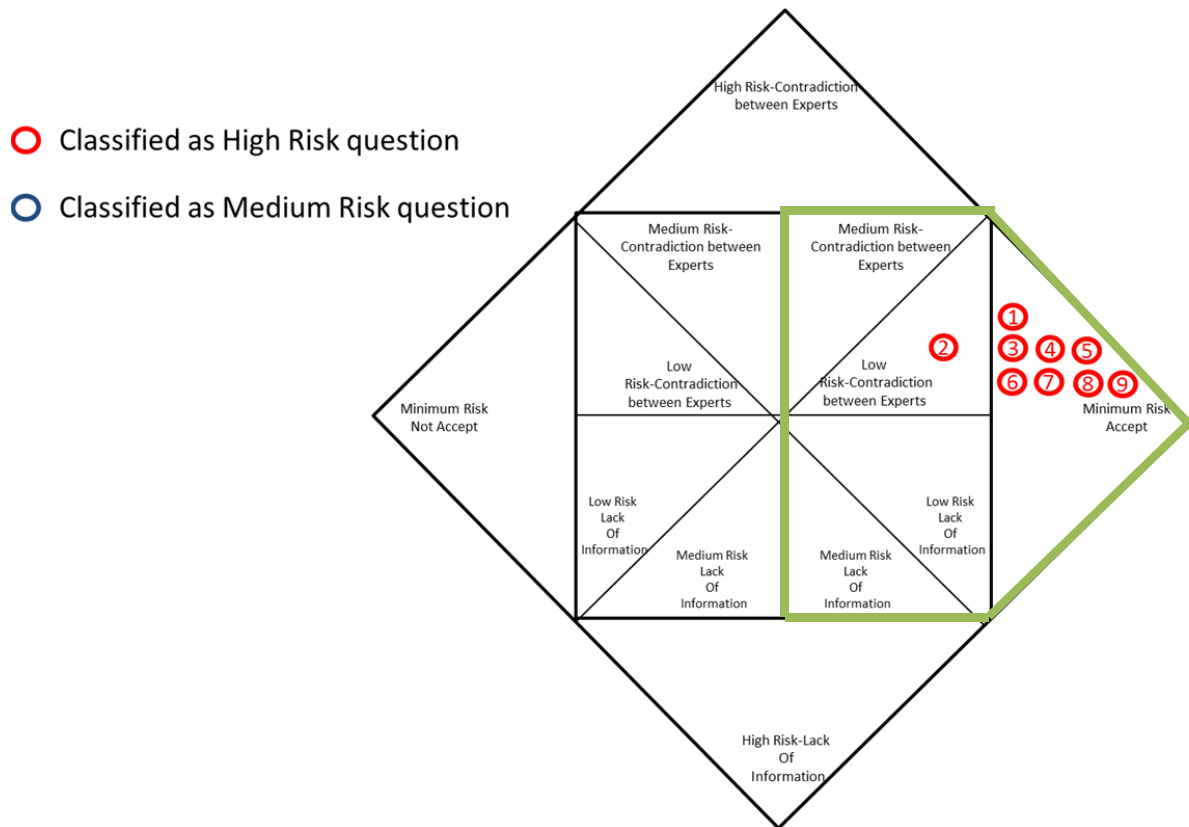


Figura 55 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico- Risk Analisi della Strategia di trattamento del Caso Clinico nel Diagramma di Hasse

Conclusioni :

- 7 /7 Aree giudicate ad Alto Impatto
- 5 Risposte Accettate
- 1 Risposta Quasi vera tendente ad inconsistente

Terapia di diagnosi ed intervento giudicata complessivamente accettabile, tutte le risposte sono nell'area di accettabilità delimitata dal perimetro verde, dopo il secondo ciclo di valutazione. Tuttavia per la risposta n.2 si suggerisce un' ulteriore approfondimento prima di agire, eventualmente consultando un altro esperto per minimizzare il rischio di contraddizione. La

necessità di un nuovo esperto è emersa alla seconda valutazione identificando chiaramente un'area del processo decisionale dove i tre Expert non hanno raggiunto il pieno consenso.

4.7 Sviluppi in Corso: Integrazione tra Analisi Paraconsistente ed Algoritmi di Ricerca Semantica nella Piattaforma Butterfly per ricerche sul *Database dell'European Patent Office (EPO)*

Nelle applicazioni legate alla valutazione di Idee Innovative è sorta la necessità di meglio comprendere se l'idea fosse davvero nuova, specialmente nel caso non fosse coperta da Brevetto. Al fine di automatizzare parte della raccolta dei dati relativi agli elementi di valutazione e; stata quindi sviluppato un algoritmo semantico, capace di valutare la descrizione fornita dal Requestor, incrociando i dati con l'European Patent Office e verificare se il progetto descritto fosse simile ad altri, guidando l'User (Requestor) nella ricerca di idee simili prima di sottoporre il progetto alla valutazione degli Expert. Tale applicazione, integrata nella piattaforma e nel processo di Butterfly, permette quindi di migliorare la valutazione di un'idea e velocizzare l'analisi di anteriorità di un brevetto consentendo la valutazione della similarità tra la descrizione fornita da parte del Requestor la descrizione delle categorie CPC dell'Ufficio Europeo Brevetti (EPO, European Patent Office) e quindi per migliorare la corretta identificazione e successiva valutazione dell'idea proposta. L'applicazione e' stata integrata anche nel ruolo dell'Expert: In questo modo, durante la valutazione, nel fornire il Commento (feedback) a supporto del grado di confidenza, l'Expert potrà allegare le ricerche svolte sull'European Patent Office o suggerire parole chiave a suo giudizio rilevanti per la ricerca nel database EPO. Il processo è sinteticamente descritto nel flusso seguente:

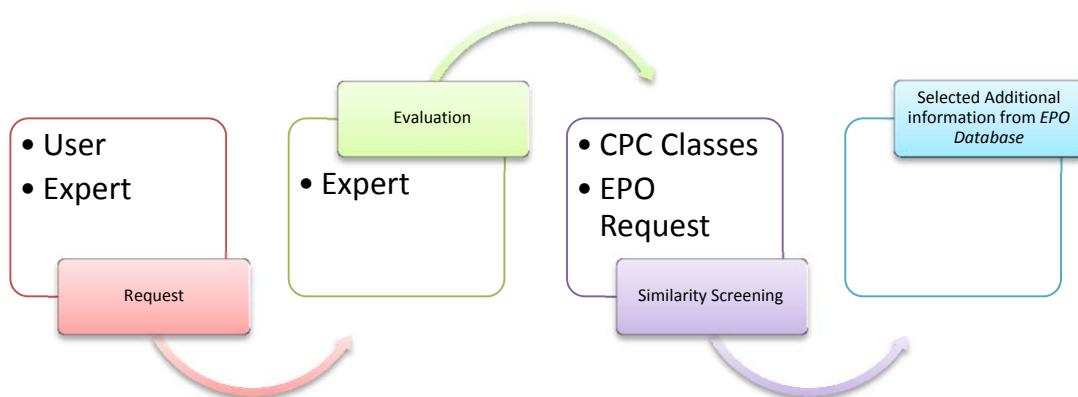


Figura 56 Semantic Algorithm Integration with Paraconsistency Analysis-Butterfly system

Information Retrieval

Dalle oltre 160.000 classi CPC, rappresentate in una collezione di 665 files xml forniti dall'Ufficio Europeo Brevetti (EPO) della grandezza complessiva di circa 126 MB, si è provveduto ad estrarre le sole informazioni necessarie per ridurre il tempo di esecuzione dell'algoritmo riducendo quindi il carico informativo testuale a 3,9 MB in unico file csv di classi con testo descrittivo ridotto a radice (stemming) e un file di 9,92 MB con classi e testo descrittivo completo.

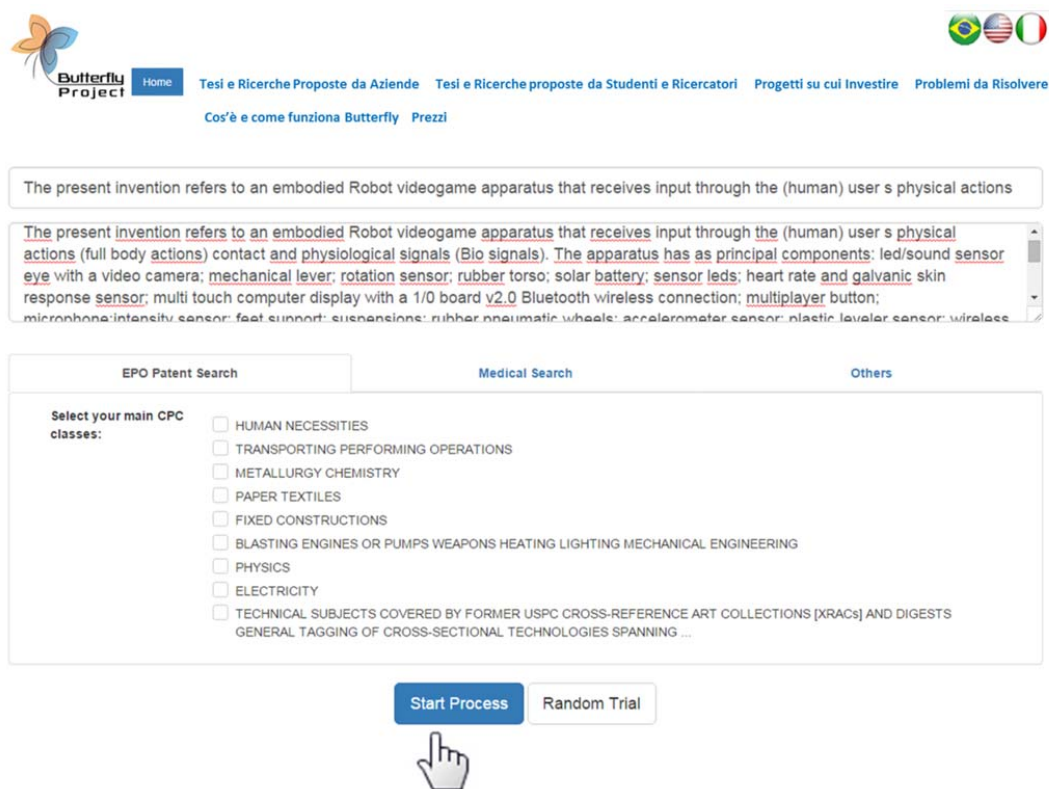
Modello di scoring

A seguito della pulizia testuale si è provveduto a riadattare il modello Bag-Of-Words (BOW) per lo scoring di similarità della descrizione fornita dal requestor rispetto alla descrizione delle classi CPC.

Non è stata implementata una funzione di peso per le parole (tf-idf) considerando quindi i termini, presenti nelle descrizioni usate per il confronto già pulite e ridotte alla radice, equi-importanti lasciando discrezionalità al requestor (utenti o esperti) a completa scelta riguardo l'utilizzo della lista delle classi.

Descrizione Processo

Di seguito una descrizione del processo, fatta per il solo ruolo *User*³⁶. La ricerca semantica appare come nello screenshot seguente. Il processo parte dalla descrizione fornita dall'User in fase di registrazione:



Butterfly Project Home Tesi e Ricerche Proposte da Aziende Tesi e Ricerche proposte da Studenti e Ricercatori Progetti su cui Investire Problemi da Risolvere Cos'è e come funziona Butterfly Prezzi

The present invention refers to an embodied Robot videogame apparatus that receives input through the (human) user s physical actions

The present invention refers to an embodied Robot videogame apparatus that receives input through the (human) user s physical actions (full body actions) contact and physiological signals (Bio signals). The apparatus has as principal components: led/sound sensor eye with a video camera; mechanical lever; rotation sensor; rubber torso; solar battery; sensor leds; heart rate and galvanic skin response sensor; multi touch computer display with a 1/0 board v2.0 Bluetooth wireless connection; multiplayer button; microphone; intensity sensor; feet support; suspensions; rubber pneumatic wheels; accelerometer sensor; plastic leveler sensor; wireless

EPO Patent Search Medical Search Others

Select your main CPC classes:

- ☐ HUMAN NECESSITIES
- ☐ TRANSPORTING PERFORMING OPERATIONS
- ☐ METALLURGY CHEMISTRY
- ☐ PAPER TEXTILES
- ☐ FIXED CONSTRUCTIONS
- ☐ BLASTING ENGINES OR PUMPS WEAPONS HEATING LIGHTING MECHANICAL ENGINEERING
- ☐ PHYSICS
- ☐ ELECTRICITY
- ☐ TECHNICAL SUBJECTS COVERED BY FORMER USPC CROSS-REFERENCE ART COLLECTIONS [XRACS] AND DIGESTS

GENERAL TAGGING OF CROSS-SECTIONAL TECHNOLOGIES SPANNING ...

Start Process Random Trial

Figura 57 EPO Patent Lookup Semantic Algorithm step 1-Butterfly System

³⁶ Per il ruolo *Expert* è del tutto simile.

Dopo aver lanciato il processo, il Sistema identifica le C.P.C più simili:

Step 1: Find your CPC (Classification Code)

Top categories for your query (among 10324 categories):

G05B2219 A61B5 H04N5 H04N21 H04N1 A63F13 G06K9 G10H2220 G06F3 A63F2300

HUMAN NECESSITIES

TRANSPORTING PERFORMING OPERATIONS

METALLURGY CHEMISTRY

PAPER TEXTILES

FIXED CONSTRUCTIONS

BLASTING ENGINES OR PUMPS WEAPONS
HEATING LIGHTING MECHANICAL
ENGINEERING

PHYSICS

ELECTRICITY

TECHNICAL SUBJECTS COVERED BY FORMER
USPC CROSS-REFERENCE ART COLLECTIONS
[XRACS] AND DIGESTS GENERAL TAGGING OF
CROSS-SECTIONAL TECHNOLOGIES
SPANNING OVER SEVERAL SECTIONS OF THE
IPC GENERAL TAGGING OF NEW
TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS

6204 selected among 10324 categories.
Roughly 40 % cleaned.

Download results

HUMAN NECESSITIES

A61B5	U.S.P.T.O.	51%	piercing devices blood body detecting adapted specially elements skin device recording comprising pressure signals determining monitoring user element patient physiological
A63F13	U.S.P.T.O.	46%	game player devices involving signals video games virtual players device specific servers information arrangements display characters character displaying objects input
A63F2300	U.S.P.T.O.	42%	game player data details virtual device involving network object platform level signals input display players characterized adapted specially content parameters
A63F9	U.S.P.T.O.	38%	games elements dice sided puzzles colours rotatable pegs input devices configuration dimensional different pieces use groups game shapes connected objects
A61F2	U.S.P.T.O.	38%	shaped bone parts joints made differing different lenses implants devices surface shell prostheses axis non adjusting locking longitudinal preventing outer
A61B19	U.S.P.T.O.	35%	surgical devices instrument tissue body image systems instruments surgery tracking patient lid optical plane axis markers adapted position magnetic gloves
A61B17	U.S.P.T.O.	35%	bone instruments suture elements devices cutting longitudinal tissue parts screw needle anchor body screws flexible part surgery element head removing
A61M5	U.S.P.T.O.	33%	needle syringe piston end injection needles barrel infusion rod dose pressure syringes body comprising flow ampoule media setting use devices
A61M2205	U.S.P.T.O.	30%	materials pressure preventing operated filters gas detection controlling patient flow incorporated apparatus used active mechanical external systems fluids feedback use
A61H2201	U.S.P.T.O.	29%	sensors holding therefor interface controlled user special therapy

Figura 58 EPO Patent Lookup Semantic Algorithm step 2-Butterfly System

Nella ricerca, attraverso la tecnica del word clouding, sono evidenziate le parole chiave più importanti: L'utente può inserire alcune parole chiave aggiuntive affinando ulteriormente la ricerca del CPC. Selezionate le CPC più simili, è possibile cercare, all'interno delle CPC, i brevetti che hanno una descrizione più simile a quella del progetto proposto dall'User:

Butterfly Project Home Tesi e Ricerche Proposte da Aziende Tesi e Ricerche proposte da Studenti e Ricercatori Progetti su cui investire Problemi da Risolvere

Cos'è e come funziona Butterfly Prezzi

Download results

Step 2: Select/Write your CPC Codes

G05B2219 A61B5 H04N5

Save your CPC Codes

Which are your US codes? Insert codes separated by space

Save your US Codes

Step 3: EPO Lookup

Robot videogame apparatus

Number of patents to request: 10

Patent Lookup

Select keywords from your title/abstract

present invention refers embodied robot videogame
apparatus receives input human user
physical actions via body contact
 physiological signals via principal components led sound
sensor eye video camera mechanical lever rotation
 rubber torso solar battery leds heart rate galvanic skin
 response multi touch computer display board bluetooth
 wireless connection multipayer autor microphone
 intensity feel support suspensions pneumatic wheels
 accelerometer plastic lever digitizers vector strips gas
 includes series electronic detects real time output result
 visualized player translated Virtual software game
 scenarios running represents action avatar establishes
 simultaneous realities can shared online

Figura 59 EPO Patent Lookup Semantic Algorithm step 3-Butterfly System

La ricerca restituirà la lista dei progetti che si avvicinano maggiormente a quello proposto:

Step 3: EPO Lookup

Robot videogame apparatus

Number of patents to request: 10

Patent Lookup

Select keywords from your title/abstract

present invention refers embodied robot videogame
apparatus receives input human user
physical actions via body contact
 physiological signals via principal components led sound
sensor eye video camera mechanical lever rotation
 rubber torso solar battery leds heart rate galvanic skin
 response multi touch computer display board bluetooth
 wireless connection multipayer autor microphone
 intensity feel support suspensions pneumatic wheels
 accelerometer plastic lever digitizers vector strips gas
 includes series electronic detects real time output result
 visualized player translated Virtual software game
 scenarios running represents action avatar establishes
 simultaneous realities can shared online

Today usage: 0 MB

Step 4: Explore Requested Patents

Query: Robot videogame apparatus

Available from EPO: 3
 Requested: 10 (333.33 %)

Show 10 entries

Family ID	Country	Number	Title	Link	Authors	Kind
IN		4284CHN2014				
48290357	WO	2013070103				A1
51054829	US	2014302631	Interactive Embodied Robot Videogame Through The Use Of Sensors And Physical Objects			A1

Showing 1 to 3 of 3 entries

Previous 1 Next

Figura 60 EPO Patent Lookup Semantic Algorithm step 4-Butterfly System

Quest'informazione si aggiungerà alla descrizione del progetto, in modo da fornire un'ulteriore base di conoscenza per gli *Expert* che svolgeranno la valutazione sulla qualità ed innovatività del progetto.

Conclusioni

Questo lavoro di ricerca si è aperto con una domanda di Ricerca di una metodologia che permettesse la Gestione dell'Intelligenza Collettiva: Il lavoro di ricerca ha permesso lo sviluppo di una metodologia per la gestione delle decisioni di gruppo nei processi di Intelligenza Collettiva, gestendo il trade-off tra Costi, Rischi e Qualità del processo decisionale. Dai test svolti emerge chiaramente che, nel caso di valutazioni svolte da organizzazioni o aziende, il processo permette di settare un processo decisionale tracciabile, risolvendo tutti gli aspetti di un problema che possono essere risolti con competenze e know-how interno all'organizzazione identificando quelle aree di approfondimento che richiedono specialisti non disponibili internamente, permettendo una corretta valutazione degli investimenti in know-how. Per le aree decisionali in cui non è stato raggiunto un giudizio accettabile, il metodo fornisce stima ed analisi del rischio connesso alla decisione di accettare o rifiutare quanto proposto dalla strategia sviluppata. Il processo identificato implica la definizione di parametri di settaggio da parte del *Requestor* del Problema: tuttavia si ritiene opportuno approfondire la possibilità di identificare metodologie per ottimizzare ed automatizzare la definizione dei parametri sulla base dei dati di input del problema. Dunque, questo lavoro ha risposto alla domanda di Ricerca, ma si conclude con delle domande di Ricerca :

- a) *E' possibile, analizzando la Causal Knowledge Map, definire un numero minimo di Valutatori da dover avere a disposizione?*
- b) *E' possibile legare l'analisi della Causal Knowledge Map con la definizione delle caratteristiche richieste al Valutatore ?*
- c) *Qual'e' la relazione tra le caratteristiche del Valutatore, il problema ed i risultati ottenuti con l'Algoritmo?*
- d) *Sfruttando le Logiche non classiche, quali sono le possibili sinergie tra Intelligenza Collettiva ed Intelligenza Artificiale ?*

L'informatizzazione del metodo ha permesso di rendere fruibile la metodologia attraverso la start-up Butterfly, quale spin-off dell'attività di Ricerca.

Ringraziamenti

Alla fine di questo percorso, alternato tra un lavoro ai quattro angoli del pianeta e l'attività di ricerca, il primo ringraziamento va alla mia famiglia, che mi ha sostenuto in questo impegnativo periodo professionale. Un ringraziamento speciale ai miei genitori, per la fiducia che da sempre ripongono in me... Una menzione di merito particolare a Lorenza che mi ha sostenuto e incoraggiato fino all'ultimo rigo di questo lavoro. Un grazie sincero ai relatori professori De Falco, Santillo e Da Silva Filho, ai tutor Ing. Gallo ed Ing. Viecelli. Al prof. De Falco, un grazie particolare per la disponibilità a tenermi lezione durante i rientri in Italia, spesso nei fine settimana e spesso nei caffè del centro di Napoli. All'Ing. Viecelli, un grazie sincero per la fiducia, professionalità e dedizione e soprattutto per il ruolo di guida nel mondo professionale! Un ringraziamento particolare a tutta l'Università di Santa Cecilia, e in particolare al professor Aureo Figueiredo. Non ho parole di ringraziamento per i soci ed i partner del progetto Butterfly che hanno creduto fin dall'inizio in questo progetto: Una menzione speciale per la Dott.ssa Laura Mariano, socia di Butterfly, che con estrema dedizione e costanza lavora allo sviluppo di questa ricerca in un progetto imprenditoriale, agli ingegneri Marcos, Lucas e Marcelo per l'impegno profuso in questi anni ed al Dott. Valerio Cestroni. Un ringraziamento particolare alla Confindustria Bari per la partnership ed in particolare all'Ing. Antonio Sacchetti per la fiducia e la collaborazione.

Indice delle Figure

Figura 1 Blocchi o "geni" dell'Intelligenza Collettiva (Malone, Laubacher, & Dellarocas, 2009).....	13
Figura 2 Albero delle Decisioni.....	26
Figura 3 Sistemi Esperti: Architettura Tipica-1.....	59
Figura 4 Sistemi Esperti- Architettura di un Sistema basato sulle regole-2.....	59
Figura 5 Sistemi Esperti: Architettura di un Sistema con banca dati-3.....	60
Figura 6 Sistemi Esperti: Motore di Inferenza.....	60
Figura 7 Sistemi Esperti: Sviluppo di un ES.....	61
Figura 8 Reticolato a quattro vertici (Diagramma di Hesse).....	78
Figura 9 Reticolato (finito di Hasse) di PAL con gli stati della Logica Paraconsistente.....	80
Figura 10 Reticolo di PAL2v con gli stati logici paraconsistenti.....	82
Figura 11 Reticolo rappresentativo della Logica Paraconsistente Annotata con due valori (LAP2v).....	84
Figura 12 Quadrato Unitario nel Piano Cartesiano (QUPC).....	86
Figura 13 Conversione dei valori tra QUPC e il reticolo rappresentativo di LAP2v.....	88

Figura 14 Rappresentazioni geometriche del Quadrato Unitario nel Piano Cartesiano QUPC e il Reticolo della LPA2v.....	89
Figura 15 Rappresentazione degli assi di Certezza e di Contraddizione del Reticolo con i valori.....	91
Figura 16 Rappresentazione del reticolo con i valori di controllo limite indicati sugli assi.....	93
Figura 17 Rappresentazione del reticolo LPA2v sezionato nelle dodici regioni che originano i dodici stati logici risultanti.....	94
Figura 18 Rappresentazione di un tipico sistema di analisi paraconsistente utilizzando il reticolo LPA2v ripartito nelle dodici regioni delimitate	100
Figura 19 Robot Autonomo Emmy- costituenti principali.....	101
Figura 20 Butterfly Method Process	115
Figura 21 Butterfly Method Process: Setting Phase.....	117
Figura 22 Causal Knowledge Map	124
Figura 23 Dalla Mappa Causale alla generazione delle domande.....	125
Figura 24 Lista Setting	127
Figura 25 Diagramma di Hasse con evidenziate le Aree degli Status Logici	128
Figura 26 Aree di Accettabilità delle Risposte nel Diagramma di Hasse.....	133
Figura 27 Butterfly Method: Evaluation Process	142
Figura 28 Butterfly Method: Correction of Confidence Degree base on Expert's profile and performance indexes	145
Figura 29 Expert profiling basato sui Performance Index.....	150
Figura 30 Last Evaluation Cycle	151
Figura 31 Aree di Accettabilità delle Risposte nel Diagramma di Hasse.....	154
Figura 32 Risk Analysis nel Diagramma di Hasse.....	155
Figura 33 Rappresentazione Grafica dell'Impatto di una Domanda tramite raggio	158
Figura 34 Rappresentazione dell'Impatto di una domanda tramite Color Code	158
Figura 35 Esempio di analisi dei rischi del Processo Decisionale all'Interno del Diagramma di Hasse.....	159
Figura 36 "Core Events of Project Success " estratto da (De Falco, Gallo, Santillo, Troncone, & Vieceili, 2012)	165
Figura 37 Forces Driving Industry Competition (Porter, 1980)	166
Figura 38 Business Model Canvas	167
Figura 39 Framework for Medical Strategy Analysis.....	168
Figura 49 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 1 Descrizione Business Model Pandora	176
Figura 50 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 2 Descrizione Business Model Pandora	177
Figura 51 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 3 Descrizione Business Model Pandora	178
Figura 52 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 4 Descrizione Business Model Pandora	179
Figura 53 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 5 Descrizione Business Model Pandora	179

Figura 54 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 6 Esempio di Valutazione Svolta dall'Expert per la valutazione del Business Model di Pandora	180
Figura 55 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 7 Visualizzazione dei risultati dell'Algoritmo dopo il primo Round di Valutazione di Pandora	181
Figura 56 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 7 Visualizzazione dei risultati dell'Algoritmo dopo il Secondo Round di Valutazione di Pandora	185
Figura 57 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 8 Visualizzazione dei risultati dell'Algoritmo dopo il Secondo Round di Valutazione di Pandora	186
Figura 58 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 9 Visualizzazione dei risultati dell'Algoritmo dopo il Secondo Round di Valutazione di Pandora	187
Figura 59 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Screenshot 10 Visualizzazione dei risultati dell'Algoritmo dopo il Secondo Round di Valutazione di Pandora	188
Figura 60 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Risk Analysis del progetto Pandora nel diagramma di Hasse	189
Figura 61 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico: Registrazione del Caso Clinico sulla Piattaforma	193
Figura 62 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico- Dettaglio del cambio della Risposta n.2 da parte dell'User a valle del primo round di valutazione	197
Figura 63 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico- Dettaglio del cambio della Risposta n.6 da parte dell'User a valle del primo round di valutazione	197
Figura 64 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico- Risk Analisi della Strategia di trattamento del Caso Clinico nel Diagramma di Hasse.....	200
Figura 65 Semantic Algorithm Integration with Paraconsistency Analysis-Butterfly system	202
Figura 66 EPO Patent Lookup Semantic Algorithm step 1-Butterfly System	203
Figura 67 EPO Patent Lookup Semantic Algorithm step 2-Butterfly System	204
Figura 68 EPO Patent Lookup Semantic Algorithm step 3-Butterfly System	205
Figura 69 EPO Patent Lookup Semantic Algorithm step 4-Butterfly System	205

Indice delle Tabelle

Tabella 1 Tipologie di genoma “How” di Intelligenza Collettiva (Malone, Laubacher, & Dellarocas, 2009)	15
Tabella 2 Scala di Valutazione nel Metodo AHP di Saaty	29
Tabella 3 Random Consistency Index nel metodo AHP di Saaty	31
Tabella 4 Valori Soglia nel Metodo AHP di Saaty	31
Tabella 5 Esempio di figura gestaltica	34
Tabella 6 Struttura di un sistema di supporto alle decisioni (Vercellis, 2006)	52
Tabella 7 Generazione delle Entità nella Casual Knowledge Map	123
Tabella 8 Tabella di Set-Up delle Azioni correttive	138
Tabella 9 Calcolo Trustability Index	140
Tabella 10 Matrix of Expert Evaluation based on Performance index.....	149

Tabella 11 Stop Criteria del Metodo Butterfly	152
Tabella 12 Risk Analysis Matrix	153
Tabella 13 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business: Descrizione dei progetti Valutati	171
Tabella 14 TEST 1 Valutazione e Sviluppo di Modelli di Business: Setting Algoritmo.....	172
Tabella 15 TEST 1 Valutazione e Sviluppo di Modelli di Business: Rischi vs Aree CANVAS.....	173
Tabella 16 TEST 1 Valutazione e Sviluppo di Modelli di Business: Rischi VS Caratteristiche Prodotto e Start-Up	173
Tabella 17 Valutazione e Sviluppo di Modelli di Business: Peso del rischio delle Start-up per ogni area del Canvas	174
Tabella 18 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business-Screenshot Registrazione progetto Pandora sulla Piattaforma	175
Tabella 19 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business- Tabella completa dei risultati ed azioni correttive dell'Algoritmo dopo il primo Round di Valutazione di Pandora.....	183
Tabella 20 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico: Primo Round di Valutazione della Strategia Medica da parte degli Expert.	195
Tabella 21 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico- Tabella completa dei risultati ed azioni correttive dell'Algoritmo dopo il primo Round di Valutazione.....	196
Tabella 22 TEST Valutazione della Strategia di Diagnosi ed Intervento di un Caso Medico: Secondo Round di Valutazione della Strategia Medica da parte degli Expert	198

Bibliografia

- [1] da Silva Filho, J. I. (2009). Lógica ParaFuzzy – Um método de Aplicação da Lógica Paraconsistente e Fuzzy em Sistemas de Controle Híbridos. *Revista Seleccion Documental*, 16-24.
- [2] A Osterwalder, Y. P. (2004). *Doctoral Thesis: THE BUSINESS MODEL ONTOLOGY A PROPOSITION IN A DESIGN SCIENCE APPROACH*. Lausanne: Université de Lausanne.
- [3] Abe, J. M., & Kazumi, N. (2009). The development of paraconsistent annotated logic programs. *International Journal of Reasoning-based Intelligent Systems*, 92-112.
- [4] Abe, J., Ávila, B., & Nakamatsu, K. (1999). Paraconsistent Annotated Logic Programming-Paralog. *international journal of computing anticipatory systems*.
- [5] Asch, S. E. (1952). *Social Psychology*. New York: Prentice-Hall.
- [6] Blair, H. A., & Subrahmanian, V. (1988). Paraconsistent Foundations for Logic Programming. *The Journal of Non-Classical Logic* Volume 5, 45-71.
- [7] Blecic, I., Cecchini, A., & Trunfio, G. A. (2005). Costruire scenari futuri per la pianificazione territoriale strategica: metodologie e strumenti. *Analisi e Modelli per la Pianificazione: Teoria e Pratica*, 246-258.

- [8] Bougon, M., Karl, W. E., & Binkhorst, D. (1977). Cognition in organizations: An analysis of the Utrecht Jazz Orchestra. *Administrative Science Quarterly* 22.
- [9] Cacioppo, J. T., & Gardner, W. L. (1999). Emotion. *Annu. Rev. Psychol.*, 191-214.
- [10] Chiandotto, B. (2006, 01 31). *Universita' di Firenze, Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni "Giuseppe Parenti"*. Retrieved 02 24, 2016, from <http://local.disia.unifi.it>: http://local.disia.unifi.it/chiandotto/STAT2_S/CAP%201%20-%20TEORIA%20delle%20DECISIONI.pdf
- [11] Church, A. (1941). *Lambda-Conversion*. Princeton: Princeton University Press.
- [12] Codara, L. (1998). *Le mappe Cognitive. Uno strumento di analisi per la ricerca sociale e per l'intervento*. Roma: Carocci Editore.
- [13] Couzin, I., Krause, J., Franks, N., & Levin, S. (2005). Effective Leadership and decision-making in animal groups on the move. *Nature*, 433, 513-516.
- [14] Da Silva Filho, J. I. (2011). Paraconsistent Annotated Logic in Analysis of Physical Systems: Introducing the Paraquantum Factor of Quantization $\hbar\psi$. *Journal of Modern Physics*, 1397-1409.
- [15] da Silva Filho, J. I. (2013). Appunti del corso Sistema Especialista no Tratamento de Incertezas e Tomadas de Decisão UNISANTA – Universidade Santa Cecília. *Appunti del corso Sistema Especialista no Tratamento de Incertezas e Tomadas de Decisão UNISANTA – Universidade Santa Cecília*. Santos, Brasile.
- [16] De Falco, M., Gallo, M., Santillo, L. C., Troncone, E. P., & Vieceili, P. (2012). Planning Large Engineering Project in high risk country areas: the Evaluation of Local Content strategies in the Oil & Gas industry through a robust planning technique. *International Journal of Systems Applications, Engineering & Development Issue 2, Volume 6*, 213-221.
- [17] Deutsch, M., & Gerard, H. (1955). A study of normative and informational social influences upon individual judgment. . *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 51(3), 629-636.
- [18] Druker, P. F. (1954). *The Practice of Management*.
- [19] Ehrlinger, J., Johnson, K., Matthew, B., David, D., & Justin, K. (2008). Why the unskilled are unaware: Further explorations of (absent) self-insight among the incompeten. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol. 105, pp. 98-121.
- [20] Fischer, M., & Immerman, N. (1986). Foundations of knowledge for distributed systems. *TARK '86 Proceedings of the 1986 conference on Theoretical aspects of reasoning about knowledge Morgan Kaufmann Publishers Inc. San Francisco, CA, USA ©1986*, 171-185.
- [21] Gorini, A., & Pravettoni, G. (2011). P5 medicine: a plus for a personalized approach to oncology. *Nature Reviews Clinical Oncology*, 8, 444, 444.

- [22] Grandori, A. (1999). *Organizzazione e comportamento economico*. Bologna: Il Mulino.
- [23] H.A, S. (1988). *Le scienze dell'artificiale*. Bologna: Il Mulino.
- [24] Halpem, J., & Fagin, R. (1989). Modelling Knowledge and action in distributed systems. *DISTRIBUTED COMPUTING*, 159-177.
- [25] Halpern, J., & Moses, Y. (1990). Knowledge and common knowledge in a distributed environment. *Journal of the ACM (JACM)*, 549-587.
- [26] Hutchins, E. (2006). The distributed cognition perspective on human interaction. *Roots of human sociality: Culture, cognition and interaction*, 375-398.
- [27] Janis, I. L. (1972). *Victims of Groupthink*.
- [28] Janis, I., & Mann, L. (1977). *Decision making: A psychological analysis of conflict, choice and commitment*.
- [29] Kittur, A., Suh, B., Pendleton, B., & Chi, E. (2007). He Says, She Says: Conflict and Coordination in Wikipedia. *CHI 2007: Proceeding of the ACM Conference on Human-factors in Computing Systems*. New York: ACM Press.
- [30] Kruger, J., & Dunning, D. (1999). Unskilled and Unaware of it: How Difficulties in Recognizing One's Own Incompetence Lead to Inflated Self-Assessments. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 77, No. 6, 1121-1134.
- [31] Lewin, K. (1948). Resolving Social Conflicts. *Harper and Row Publishers*, 230.
- [32] Lindblom, C. (1959). The science of 'muddling through'. *Public Administration Review*, vol.19, n.2, 79-88.
- [33] Linder, J., & Cantrell, S. (2000). So What is a Business Model Anyway? *Accenture Institute for Strategic Change*.
- [33] M.D Cohen, J. M. (1972). A gargage can model of organizational choice. *Administrative Science Quarterly* vol. 17, 1-25.
- [34] Malone, T. W., Laubacher, R., & Dellarocas, C. (2009, February). Harnessing Crowds: Mapping the Genome of Collective Intelligence. *MIT Center for Collective Intelligence Massachusetts Institute of Technology*, Working Paper n. 2009-001.
- [35] Mandani, E., & Assilian, S. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International journal of man-machine studies*, 1-13.
- [36] Manetti, L., David, K. A., Pierro, A., Livi, S., & Kashy, D. (2002, July). The statistical analysis of data from small groups. *Journal of personalty and social psychology*, 126.

- [37] McCarthy, Binford, LUCKHAM, MANNA, WEYHRAUCH, & EARNEST. (1980). *Basic research in artificial intelligence and foundations of programming [Final Report]*. Defense Technical Information.
- [38] Montanari, F. (2005). Le distorsioni cognitive nei processi decisionali e negoziali: una review e alcuni esperimenti (I Parte). (S. Bocconi, Ed.) *Ticonzero emergenze organizzative tecnologiche e manageriali*.
- [39] Narayan, V., & Fahey, L. (1990). Evolution of Revealed Causal Maps during Decline: A Case Study of Admiral. *Mapping Strategic Thought*. Chichester: Wiley, 109-133.
- [40] Newton da Costa, C. (1974). On the formal Theory of Inconsistent formal Systems. *Notre Dame Journal of Formal Logic Volume XV, Number 4*, 497-510.
- [41] Newton da Costa, C., & Abe, J. M. (2000). Paraconsistência em informática e inteligência artificial. *Estudos Avançados vol.14 no.39*, 161-174.
- [42] Newton da Costa, C., & Béziau, J.-Y. (1994). Théorie de la valuation. *Logique et Analyse*, 146, 95-117.
- [43] Newton da Costa, C., Subrahmanian, V., & Vago, C. (1991). The Paraconsistent Logics PJ. *Mathematical Logic Quarterly, Volume 37, Issue 9-12*, 139-148.
- [44] P.M.I, P. M. (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Project Management Institute (PMI).
- [45] Parikh, R., & Ramanujam, R. (1985). Distributed processes and the logic of knowledge. In R. Parikh, & R. Ramanujam, *Logics of Programs* (pp. 256-268). Berlin: Springer Berlin Heidelberg.
- [46] Pierre, L. (1997). *Collective Intelligence*. Cambridge, Massachusetts U.S: Plenum/Harper Collins.
- [47] Porter, M. (1980). *COMPETITIVE STRATEGY Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. NEW YORK: FREE PRESS.
- [48] Pravettoni, G., Nuccio Leonetta, S., & Russo, V. (2015). *I Processi Decisionali*. Retrieved Febbraio 24, 2016, from Ateneo Online: <http://www.ateneonline.it/moderato-rovetto4e/approfondimenti/20.pdf>
- [49] Ros, L. (2007). Il contributo degli Indicatori di Efficacia alla Qualità dei Processi Decisionali nel Settore dei Trasporti. *Tesi di Dottorato: UniversTesi di Dottorato: Università degli Studi di Trieste, XX Ciclo di Dottorato di Ricerca in Ingegneria delle Infrastrutture, delle Strutture e dei Trasporti*. Università degli Studi di Trieste.
- [50] Rosenschein, J. S. (1986, 01 01). Rational interaction: cooperation among intelligent agents. *Tesi: Rational interaction: cooperation among intelligent agents*. Stanford, CA (USA): Stanford Univ., CA (USA).

- [51] Rosenschein, S., & Kaelbling, L. (n.d.). The synthesis of digital machines with provable epistemic properties. *Morgan Kaufmann Publishers, In Halpern, J. Y., editor, Proceedings of the 1986 Conference on Theoretical Aspects of Reasoning About Knowledge*, 83-98.
- [52] Rotter, J. (1954). *Social Learning and clinical psychology*. New Your: Prentice-Hall.
- [53] Russell, S., & Peter, N. (2009). *Artificial Intelligence: A modern Approach (AIMA) 3rd Edition*. Prentice Hall.
- [54] Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. Pittsburgh: McGraw-Hill.
- [55] Sergio, M., & Zavalloni, M. (1969). The group as a polarizer of attitudes. *Journal of personality and social psychology*, Volume 12, 125.
- [56] Sherif, M. (1935). A study of some social factors in perception. *Archives of Psychology*, 27, 187.
- [57] Shulz-Hardt, S., Brodbeck, F. C., Mojzisch, A., Kerschreiter, R., & Frey, D. (2006). Group decision making in hidden profile situations: Dissent as a facilitator for decision quality. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol 91 (6), 1080-1093.
- [58] Simon, H. (1978). Rationality as process and as product of thought. *The American Economic Review*, vol. 68, n.2, pp. 1-16.
- [59] Simon, H. (1988). *Le scienze dell'artificiale*. Bologna: Il Mulino.
- [60] Simon, H. A. (1955). A Behavioral Model of Rational Choice. *Quarterly Journal of Economics* 69, 99-118.
- [61] Sito web del DICEA Università degli Studi di Padova, D. d. (2016, Febbraio 24).
<http://www.image.unipd.it/>. Retrieved Febbraio 24, 2016, from DICEA Università degli Studi di Padova:
http://www.image.unipd.it/cossu/VALUTAZIONE%20DI%20IMPATTO%20AMBIENTALE/Via%202005/Notes/01_Introduzione%20ai%20modelli%20decisionali.pdf
- [62] Solinas, G. (2004). I sistemi di supporto alle Decisioni. In G. Solinas, *I sistemi di supporto alle Decisioni*. Biblioteche Oggi.
- [63] Steinbruner, J. D. (1974). *The Cybernetic Theory of Decision: New Dimensions of Political Analysis*. Princeton.
- [64] Stoner, J. (1961). A comparison of individual and group decision involving risk. *Unpublished master's thesis, Massachusetts Institute of Technology*.
- [65] Tesio, L. (2006). *Introduzione alla alla presa di decisione di gruppo*.

- [66] Tosi, H., Rizzo, J., & Mero, N. P. (2000). *Managing Organizational Behavior*. Hoboken: Wiley.
- [67] Turing, A. (1936). On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungs problem. *Proceedings of the London Mathematical Society*. 2, (pp. 230-265). London.
- [68] Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The Framing of Decisions and the Psychology of Choice. *Science, New Series, Vol. 211, No. 4481. (Jan 30, 1981)*, 453-458.
- [69] Vercellis, C. (2006). *Business Intelligence*. Milan: McGraw-Hill.
- [70] Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1944). Theory of Games and Economic Behavior. In J. Von Neumann, & M. Oskar, *Theory of Games and Economic Behavior* (p. 776). Princeton: Princeton University Press.
- [71] Weick, K. E. (1988). Enacted Sensemaking in Crisis Situation. *Journal of Management Studies*. 25:4, 305-317.
- [72] Weill, P., & Vitale, M. R. (2001). Information technology infrastructure for E-business.
- [73] Wenger, E. (2002). *Cultivating Communities of Practice: A Guide to Managing Knowledge*. McDermott, William Snyder.
- [74] Wikipedia. (2015, 04 21). *Wikipedia, Ingegneria della Conoscenza*. Retrieved 02 24, 2016, from Wikipedia: https://it.wikipedia.org/wiki/Ingegneria_della_conoscenza
- [75] Zadeh, L. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338-353.
- [76] Zadeh, L. (1996). Fuzzy languages and their relation to human and machine intelligence. In L. Zadeh, *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Fuzzy Systems: Selected Paper by Lotfi A Zadeh* (pp. 148-179). George J. Klir, Bo Yuan.

Bibliografia ragionata delle fonti principali

In questa sezione della ricerca vengono commentate i riferimenti Bibliografici principali dei temi trattati. Riguardo l'Intelligenza Collettiva, oggi costituisce un riferimento, l'M.I.T Center for Collective Intelligence con diversi progetti pubblico-privati attivi e diverse pubblicazioni, tra cui l'Handbook of Collective Intelligence, disponibile online ed in aggiornamento continuo tramite per to peer. Riguardo le distorsioni cognitive, un testo di riferimento con diversi casi studio analizzati è Vittime del Group Thinking del 1976 di Janis, molto utile per capire gli effetti e le dinamiche delle

distorsioni cognitive all'interno di un gruppo. Per la logica Paraconsistente, le pubblicazioni di Newton da Costa sono una pietra miliare in questa disciplina. Molto utile anche il materiale didattico e le pubblicazioni di J.Da Silva Filho disponibile sul portale www.paralogike.com.br .

Sitografia

<http://www.brainfactor.it/?p=1675> del 28/11/2011 consultato il 24/12/2016.

<http://cci.mit.edu/> Ultima consultazione 29/02/.2016

<http://www.bnnonline.it/> Ultima consultazione 28/02/2016

[http://www.academia.edu/2071646/Paraconsistency Logic and Applications - Springer](http://www.academia.edu/2071646/Paraconsistency_Logic_and_Applications_-_Springer) Ultima consultazione 28/12/2015

<http://paralogike.com.br/site/inacio> Ultima consultazione il 29/02/2016

<http://plato.stanford.edu/entries/logic-paraconsistent/> Ultima consultazione 28/02/2016

<http://www.iep.utm.edu/para-log/> Ultima consultazione il 30/01/2016

www.businessmodelcanvas.it Ultima consultazione 25/01/2016

www.innocentive.com Ultima consultazione 19/01/2016

www.innoventually.it Ultima consultazione 20/01/2016

www.medicitalia.it Ultima consultazione 16/01/2016

www.ninesigma.com Ultima consultazione 18/01/2016

www.nuto.it Ultima consultazione 15/01/2016

www.wikipedia.org/wiki/Watson Ultima consultazione 30/01/2016

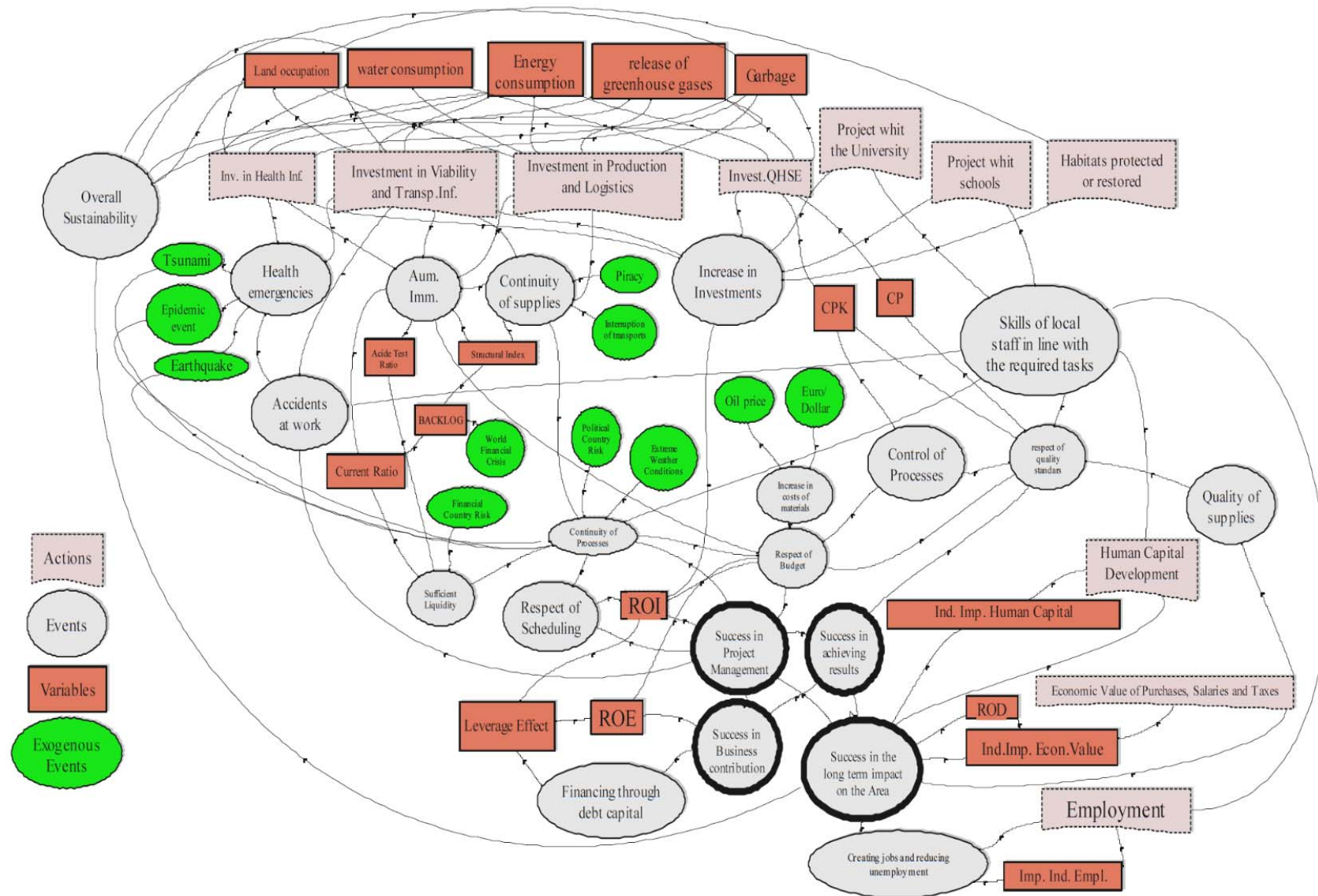
www.starsup.it

<https://www.coursera.org/> Ultima consultazione 29/02/2016

Allegati

Allegato 1 Esempio di Causal Knowledge Map estratta da (De Falco, Gallo, Santillo, Troncone, & Viecegli, 2012)	219
Allegato 2 Tabella di Set-Up dell'Algoritmo: Status Logici e Risk Analysis del Processo integrato nella Piattaforma Butterfly con due Cicli di Valutazione	220
Allegato 3 Butterfly Method Workflow.....	221

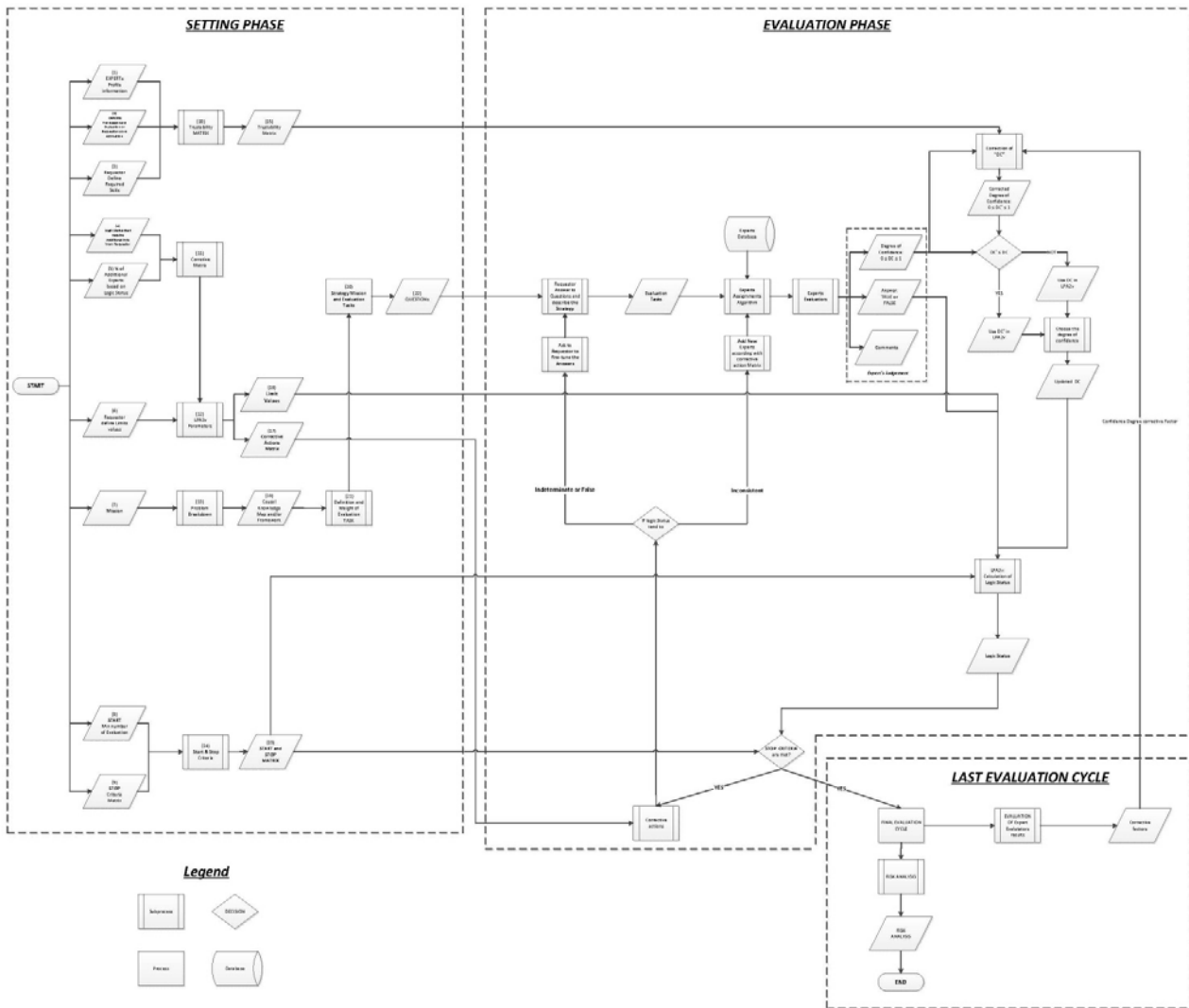
Allegato 4 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business: Valutazione del Progetto Pandora da parte degli Expert dopo il Primo Round	222
--	-----



Allegato 2 Tabella di Set-Up dell'Algoritmo: Status Logici e Risk Analysis del Processo integrato nella Piattaforma Butterfly con due Cicli di Valutazione

Processo di Valutazione e Finetuning del progetto				RESUME ACTIONS & RISKS						
Status Logico della risposta dopo il primo round di Valutazione	Commento da parte del sistema dopo il primo round di valutazione	Strategia da parte del sistema per la gestione del secondo round di valutazione	Status logico dopo il 2° round di valutazione	ANALISI FINALE DEL PROGETTO	STATUS LOGICO	Azione Proposta dopo il 2° Round da parte dell'Utente	Number of experts who will carry out the 2nd Round Evaluation	PROPOSED ACTION after the 2nd Round	Risk Grading Action after the 2nd Round	TYPE OF RISK linked to Action
VERO	Il sistema suggerisce all'utente di leggere i feedback ma di non apportare grosse modifiche perché la risposta può essere accettabile	La risposta viene sottoposta agli stessi esperti. Suggerendo agli esperti di aggiungere eventuali altri feedback per poter migliorare questa parte del progetto	VERO	Questa parte del progetto viene classificata come ACCETTABILE	VERO	NESSUNA MODIFICA	N=0BODY	ACCEPT THE ANSWER	MINIMUM RISK	NULL
FALSO	Il sistema suggerisce all'utente di modificare sia la risposta che le assumption	La nuova risposta dell'utente viene sottoposta agli stessi esperti che ripeteranno la valutazione	FALSO	Questa parte del progetto viene classificata come NON ACCETTABILE	FALSO	NESSUNA MODIFICA	N=0BODY	NOT ACCEPT THE ANSWER	MINIMUM RISK	NULL
INDETERMINATO	La risposta non ha le review delle assumption. Il sistema suggerisce all'INTERVIEW USER di rivedere completamente le assumption perché non sono sufficientemente convincenti	La nuova risposta dell'utente viene sottoposta agli stessi esperti più altri esperti il numero totale degli esperti sarà uguale a quelli iniziali più 3/5. (es. se all'inizio erano 3, adesso dovranno ripetere la valutazione 3 iniziali + 2 nuovi)	INDETERMINATO	Questa parte del progetto viene classificata ad ALTO RISCHIO per mancanza di informazioni	INDETERMINATO	APPROFONDISCE LE ASSUMPTION	N=(333%*N)	NOT ACCEPT THE ANSWER	HIGH RISK	LACK OF INFORMATION
INCONCISTENTE	La risposta ha generato contraddizioni tra gli esperti. Il sistema suggerisce di rivedere il testo della risposta per verificare se il testo della risposta possa condurre a possibili interpretazioni contraddittorie. Se le assumption sono testuali, suggerisce di rivedere anche le assumption per verificare	La nuova risposta dell'utente viene sottoposta agli stessi esperti più altri esperti il numero totale degli esperti sarà uguale a quelli iniziali più 3/5. (es. se all'inizio erano 3, adesso dovranno ripetere la valutazione 3 iniziali + 2 nuovi)	INCONCISTENTE	Questa parte del progetto viene classificata ad ALTO RISCHIO per alto grado di contraddizione	INCONCISTENTE	VERIFICA DELLA RISPOSTA O LE ASSUMPTION POSSONO GENERARE CONTRADDIZIONE	N=(66.6%*N)	NOT ACCEPT THE ANSWER	HIGH RISK	CONFLICT BETWEEN EXPERTS
Indeterminato tendente a FALSO	La risposta non ha le review delle assumption perché non sono convincenti. All'utente viene suggerito di riflettere anche sulla risposta dopo aver raccolto evidenze, perché tra i valutatori c'è la tendenza a rigettare la risposta	La nuova risposta dell'utente viene sottoposta agli stessi esperti più altri esperti il numero totale degli esperti sarà uguale a quelli iniziali più 3/4. (es. se all'inizio erano 4, adesso dovranno ripetere la valutazione 3 iniziali + 1 nuovi)	Indeterminato tendente a FALSO	Questa parte del Progetto viene classificata come TENDENZIALMENTE NON ACCETTABILE. Mancano informazioni per poter consolidare il giudizio	Indeterminato tendente a FALSO	MODIFICA LE ASSUMPTION E RIVEDI LA RISPOSTA	N=(25%*N)	NOT ACCEPT THE ANSWER	MEDIUM RISK	LACK OF INFORMATION
Indeterminato tendente a VERO	La risposta tendendo ad essere accettata ha riveduto le review delle assumption perché non sono convincenti	La nuova risposta dell'utente viene sottoposta agli stessi esperti più altri esperti il numero totale degli esperti sarà uguale a quelli iniziali più 3/4. (es. se all'inizio erano 4, adesso dovranno ripetere la valutazione 3 iniziali + 1 nuovi)	Indeterminato tendente a VERO	Questa parte del progetto viene classificata come TENDENZIALMENTE ACCETTABILE MA CON ALTO RISCHIO. Mancano informazioni per poter consolidare il giudizio	Indeterminato tendente a VERO	APPROFONDISCE LE ASSUMPTION	N=(25%*N)	ACCEPT THE ANSWER	MEDIUM RISK	LACK OF INFORMATION
Incoerente tendente a FALSO	All'utente viene segnalato che c'è contraddizione tra gli esperti accompagnata da una bassa tendenza a rifiutare la risposta. L'utente dovrà modificare la risposta tenendo conto di questo feedback	La nuova risposta dell'utente viene sottoposta agli stessi esperti più altri esperti il numero totale degli esperti sarà uguale a quelli iniziali più 3/5. (es. se all'inizio erano 5, adesso dovranno ripetere la valutazione 3 iniziali + 2 nuovi)	Incoerente tendente a FALSO	Questa parte del progetto viene classificata come TENDENZIALMENTE NON ACCETTABILE, con contraddizione da parte degli esperti	Incoerente tendente a FALSO	VERIFICA DELLA RISPOSTA O LE ASSUMPTION POSSONO GENERARE CONTRADDIZIONE	N=(33.3%*N)	NOT ACCEPT THE ANSWER	MEDIUM RISK	CONFLICT BETWEEN EXPERTS
Incoerente tendente a VERO	All'utente viene segnalato che c'è contraddizione tra gli esperti accompagnata da una alta tendenza ad accettare la risposta. L'utente dovrà modificare la risposta tenendo conto di questo feedback	La nuova risposta dell'utente viene sottoposta agli stessi esperti più altri esperti il numero totale degli esperti sarà uguale a quelli iniziali più 3/5. (es. se all'inizio erano 5, adesso dovranno ripetere la valutazione 3 iniziali + 2 nuovi)	Incoerente tendente a VERO	Questa parte del progetto viene classificata come ALTO RISCHIO MA ACCETTABILE	Incoerente tendente a VERO	VERIFICA DELLA RISPOSTA O LE ASSUMPTION POSSONO GENERARE CONTRADDIZIONE	N=(33.3%*N)	ACCEPT THE ANSWER	MEDIUM RISK	CONFLICT BETWEEN EXPERTS
Quasi VERO tendente a Incoerente	All'utente viene segnalato che c'è la tendenza ad accettare la risposta accompagnata da un basso grado di contraddizione tra gli esperti	La nuova risposta dell'utente viene sottoposta agli stessi esperti più altri esperti il numero totale degli esperti sarà uguale a quelli iniziali più 3/4. (es. se all'inizio erano 4, adesso dovranno ripetere la valutazione 3 iniziali + 1 nuovi)	Quasi VERO tendente a Incoerente	Questa parte del progetto viene classificata come ACCETTABILE con RISCHIO BASO a causa della contraddizione da parte degli esperti	Quasi VERO tendente a Incoerente	VERIFICA DELLA RISPOSTA O LE ASSUMPTION POSSONO GENERARE CONTRADDIZIONE	N=(25%*N)	ACCEPT THE ANSWER	LOW RISK	CONTRADICTION BETWEEN EXPERTS
Quasi FALSO tendente a Incoerente	All'utente viene segnalato che c'è la tendenza a rifiutare la risposta accompagnata da un basso grado di contraddizione tra gli esperti	La nuova risposta dell'utente viene sottoposta agli stessi esperti più altri esperti il numero totale degli esperti sarà uguale a quelli iniziali più 3/4. (es. se all'inizio erano 4, adesso dovranno ripetere la valutazione 3 iniziali + 1 nuovi)	Quasi FALSO tendente a Incoerente	Questa parte del progetto viene classificata come NON ACCETTABILE con RISCHIO BASO con contraddizione da parte degli esperti	Quasi FALSO tendente a Incoerente	VERIFICA DELLA RISPOSTA O LE ASSUMPTION POSSONO GENERARE CONTRADDIZIONE	N=(25%*N)	NOT ACCEPT THE ANSWER	LOW RISK	CONFLICT BETWEEN EXPERTS
Quasi FALSO tendente a Indeterminato	All'utente viene segnalato che c'è tendenza a rifiutare la risposta ma senza un alto grado di confidenza	La nuova risposta dell'utente viene sottoposta agli stessi esperti più altri esperti il numero totale degli esperti sarà uguale a quelli iniziali più 3/4. (es. se all'inizio erano 4, adesso dovranno ripetere la valutazione 3 iniziali + 1 nuovi)	Quasi FALSO tendente a Indeterminato	TENDENZIALMENTE NON ACCETTABILE	Quasi FALSO tendente a Indeterminato	MODIFICA LE ASSUMPTION E RIVEDI LA RISPOSTA	N	NOT ACCEPT THE ANSWER	LOW RISK	LACK OF INFORMATION
Quasi VERO tendente a Indeterminato	All'utente viene segnalato che c'è tendenza ad accettare la risposta ma senza un alto grado di confidenza	La nuova risposta dell'utente viene sottoposta agli stessi esperti più altri esperti il numero totale degli esperti sarà uguale a quelli iniziali più 3/4. (es. se all'inizio erano 4, adesso dovranno ripetere la valutazione 3 iniziali + 1 nuovi)	Quasi VERO tendente a Indeterminato	TENDENZIALMENTE ACCETTABILE	Quasi VERO tendente a Indeterminato	APPROFONDISCE LE ASSUMPTION	N	ACCEPT THE ANSWER	LOW RISK	LACK OF INFORMATION

BUTTERFLY METHOD WORKFLOW



Allegato 4 TEST Valutazione e Sviluppo Modelli di Business: Valutazione del Progetto Pandora da parte degli Expert dopo il Primo Round

Question	Expert	Evaluation	Degree of confidence	Comments
1	expert2	True	1	I agree
1	expert6	True	1	/
1	expert8	True	0,8	The products seems operate on the basis of processes which are technological complex. The market should be better identified also in terms of patients' illness.
2	expert2	True	1	high quality and lightness can permit people to travel, that' s a strenght point.
2	expert6	True	0,6	/
2	expert8	True	1	I suppose that value offered to the customer is high due to high quality of user–experience. For sure, it may be tried by “ beta” customer in order to identify any improvement (if any) looking even at anu incremental innovation.
3	expert2	true	1	I would add selected sporting shops (only on order), people sometimes need hand contact with products.
3	expert6	True	0,6	Exibitions in specilized hospitals
3	expert8	True	0,6	Sales Channels should be duly identified. Thick networks shall be built, even through rent services in Hospital, nursing center and

				Chemist's shop.
4	expert2	True	1	I commented about it in the previous question.
4	expert6	True	0,8	Frequently submit questionnaires to customers who use it
4	expert8	True	0,8	Relationships with client shall be built and ensured. Customer satisfaction shall be tracked properly and any channels shall be utilized.
5	expert2	True	0,8	It will depends on marketing, advertising and related costs.
5	expert6	True	0,2	Less information
5	expert8	true	0,6	Market investigation should be done . Trend analysis and share to be identified. Is 1.017.450 Euro considering the revenues coming from any renting services agreement?
6	expert2	True	1	I am sure you' ll be able to find them.
6	expert6	True	0,2	Less information
6	expert8	True	0,8	Even R& D shall be implemented since the beginning of the implementation of the business idea.
7	expert2	True	0,8	I agree, but ask also people who could buy/bought the product to improve or make more versions, do that before incrementing

				the production.
7	expert6	True	0,8	/
7	expert8	True	0,8	Sales, Subcontractor (if any) , Contract (especially for rent/ rent-to-buy services)
8	expert2	True	1	I agree
8	expert6	True	0,6	Physiotherapy centers and universities
8	expert8	true	0,8	All the partnership should be identified even understanding what are the potential competitors and their partnerships.
9	expert2	True	0,8	Could be appropriate for small production
9	expert6	True	0,2	Less information
9	expert8	True	0,6	Subcontractor plan to be verified
10	expert2	True	0,8	Could be appropriate for small production. I would expect more for the first quarter
10	expert6	True	0,2	Less information
10	expert8	True	0,4	The quarter distribution is not realistic. What about the depreciation?
11	expert2	True	0,8	Could be appropriate for small production
11	expert6	True	0,4	Less information
11	expert8	true	0,4	The quarter distribution is not realistic. Have

				been same quantities to be sell in each quarter foreseen? Periodicity trend to be analyzed.
12	expert2	True	0,8	It means no incremental cost production and not scaling for experience and resources.
12	expert6	True	0,4	Less information
12	expert8	True	0,4	Working cycle to be studied and optimezed in order tomeet the best number of quantities to maximize the revenues. Warehouse avaibility to be identified . Further, in the first period the nos should be higher to supply all the organization that have signed off a rent agreement.
13	expert2	False	0,8	It means your production is under market request. If your business plan gives this number(ie from marketing estimation) why don' t you consider to increase number of products?
13	expert6	True	0,4	Less information
13	expert8	true	0,6	If rent/ rent-to-buy serviceshave been foreseen the quantity sold in the first period should be higher compared with following quarters, as well as for the quantity produced.

14	expert2	True	0,8	I suppose the price is in line with market, but I would consider versioning or bundle products.
14	expert6	True	0,2	Less information
14	expert8	True	0,6	Price policy to be studied. Tax deductions (if any) shall be emphasized.
15	expert2	True	1	Good job
15	expert6	True	0,6	I' ve never worked for these projects.
15	expert8	True	1	/
16	expert2	False	0,8	And people... you cannot do that by yourself
16	expert6	True	0,6	European funds
16	expert8	True	0,8	Market penetration
17	expert2	True	1	You are the builder
17	expert6	True	0,2	/
17	expert8	True	0,8	Medical advice is needed.